



Taija Korjus

Kaukolämmön uudet hinnoittelumallit Suomessa ja Ruotsissa sekä niiden kehittyminen markkinoiden mukana

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 27.04.2016

Valvoja: Professori Risto Lahdelma

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Clas Blomberg

Tekijä Taija Korjus

Työn nimi Kaukolämmön uudet hinnoittelumallit Suomessa ja Ruotsissa sekä niiden kehittyminen markkinoiden mukana

Koulutusohjelma Energia- ja LVI-tekniikka

Pääaine Energiatekniikka

Koodi K3007

Työn valvoja Prof. Risto Lahdelma

Työn ohjaaja DI Clas Blomberg

Päivämäärä 27.04.2016

Sivumäärä 92

Kieli suomi

Tiivistelmä

Kaukolämmöllä on Suomessa ja Ruotsissa vankka asema rakennusten lämmittämisessä. Noin puolet rakennusten lämmöntarpeesta katetaan kaukolämmöllä molemmissa maissa. Osittain pitkistä perinteistä johtuen kaukolämmön hinnoittelu on pysynyt pitkään samanlaisena. Kaukolämmön asiakkailta on perinteisesti peritty tehontarpeesta riippuvaisia kiinteitä maksuja sekä energiankulutuksesta riippuvaisia energiamaksuja. Hinnoittelun hidask kehittyminen on vaikuttanut kaukolämmön imagoon negatiivisesti. Viime vuosina kaukolämmön hinnoittelua on kuitenkin ryhdytty uudistamaan ja kehittämään entistä nykyaikaisemmaksi ja joustavammaksi.

Tässä diplomityössä kartoitetaan kaukolämmön hinnoittelun nykytilaa ja esitellään uusia hinnoittelumalleja Suomessa ja Ruotsissa. Työssä esitellään tällä hetkellä edelleen yleisimmän, perinteisen hinnoittelumallin muodostuminen sekä siihen vaikuttavia osatekijöitä. Työn tarkoituksena on tuoda esille uudempiä hinnoittelumalleja, joita on sekä käytössä markkinoilla että vasta tutkimus- ja pilottihankevaiheessa. Työssä tuodaan esille kaukolämmön hinnoittelun uudet trendit sekä tulevaisuuden kehityksen suunnat. Työssä esitellään lait ja säädökset, jotka ohjaavat hinnoittelua, sekä perehdytään erilaisten määraysten, muun muassa muuttuvien rakennusmääraysten, vaikutukseen kaukolämmön hinnoittelussa ja kysynnässä.

Työn toisessa osassa esitetään case-esimerkki sopivan kaukolämmön hinnoittelumallin hakemisesta kaukolämpöverkolle. Tavoitteena on löytää uusi, tiukentuvia markkinoita vastaava hinnoittelumalli, joka kohtaisi niin asiakkaiden kuin kaukolämpöyrityksenkin tarpeet. Uuden hinnoittelumallin tulisi peilata muun muassa joustavuutta, läpinäkyvyyttä ja kustannusvastaavuutta. Lähtökohtana hinnoittelumallin muutoksessa on asiakkaiden maksaman kokonaiskustannusten pitäminen mahdollisimman samalla tasolla kuin ennen muutosta.

Nykyteknologialla voidaan seurata yhä tarkemmin asiakkaiden kulutusta, mikä mahdollistaa uusien hinnoittelumallien kuten tuntihinnoittelun implementoinnin tulevaisuudessa. Tarkemman kulutusdatan avulla voidaan saavuttaa kustannusvastaavampia sekä asiakkaille että kaukolämpöyrityksille parempia ja joustavampia hinnoittelumalleja.

Avainsanat Kaukolämpö, hinnoittelumalli, mallinnus, implementointi, asiakaskeskeisyys



Author Taija Korjus

Title of thesis New pricing models for district heating in Finland and Sweden and their market-based development

Degree programme Energy and HVAC-Technology

Major Energy Technology

Code K3007

Thesis supervisor Professor Risto Lahdelma

Thesis advisor Clas Blomberg M.Sc. (Tech.)

Date 27.04.2016

Number of pages 92

Language Finnish

Abstract

District heating holds a strong position in the heating markets with a share of approximately one half of the heat demand for the buildings in both Finland and Sweden. The pricing models in district heating have been unchanged for a long time. In the conventional district heating pricing model both fixed and variable costs are involved, which is depending on the consumption of heat energy. The slow development of the district heating pricing has a negative influence on the whole branch. However in the past few years the district heating companies has started to update and develop the pricing models in a more modern and flexible direction.

The purpose of this thesis is to present the current state of the district heating pricing and to examine new pricing models in Finland and Sweden. The most common pricing model is still the conventional model which is presented and analyzed by the factors that affect its formation. The later models and the models under development are either already implemented into the market or only in the research state. The trends of the development of the pricing models are also analyzed as well as the laws and regulation that affect the progress. Also the influence on the consumption and pricing of, for example, the frequently changing EU directives of the energy performance of buildings, is examined.

In the second part of the thesis, a method of how to develop a new pricing model is presented by a case study. The limiting factor of developing the new model is to avoid significant changes in customer costs. The proposed pricing model should reflect the changes in the markets and the demand for heat energy. It should be flexible, transparent and correlate the cost of production. In the case study, the most suitable models are analyzed while the total price for the customers remain unchanged.

New technologies in the district heating field allow more accurate consumption tracking that can be used in several different new pricing models such as hourly pricing and elasticity of demand. Hourly pricing enables new pricing models that will be more suitable for and have a balancing effect on the fluctuations in consumption.

Keywords District heating, pricing model, modelling, implementation, customer oriented action

Alkusanat

Tämä diplomityö toteutettiin Vapo Oy:n toimeksiannosta. Vapo oli suunnitellut jo ennen työn aloittamista kaukolämpöverkkojensa hinnoittelun yhtenäistämistä, mikä tarjosi hyvät lähtökohdat diplomityölle. Kaukolämmön hinnoittelu on sekä yleisesti kaukolämpöalalla että Vapolle ajankohtainen kehityskohde. Lisäksi kaukolämpö on viime aikoina herättänyt paljon keskustelua sekä asiakkaiden että yritysten keskuudessa, joten diplomityön teema oli mitä ajankohtaisiin. Olen kiitollinen Vapolle mahdollisuudesta tehdä tästä ajankohtaisesta ja mielenkiintoisesta aiheesta diplomityö.

Työn ohjaajana toimi Vapon kaukolämpöpäällikkö Clas Blomberg. Haluan kiittää Clasia asiantuntevasta ohjauksesta ja hyvistä neuvoista diplomityön aikana sekä mahdollisuudesta keskittyä lähes täysin työn kirjoittamiseen. Lisäksi haluan kiittää Vapolla kaikkia työtovereitani hyvästä ja kannustavasta ilmapiiristä. Työn valvojana toimi professori Risto Lahdelma, Aalto-yliopiston Energiatekniikan laitokselta. Hänen avullaan työ saatiin rajattua erinomaisesti sekä ohjattua oikeaan suuntaan.

Viimeiseksi haluan kiittää erityisesti perhettäni ja kaikkia ystäviäni saamastani tuesta ja kannustuksesta sekä tämän diplomityön tekemisen että koko opiskeluideni aikana. Heidän ansiostaan koko opiskelutaival on tuntunut rennommalta ja hauskemmalta!

Helsingissä 27.04.2016

Taija Korjus

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällys

Merkinnät

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimusongelma	2
1.2	Tutkimuksen tavoite	2
1.3	Tutkimuksen rajaukset	3
1.4	Rakenne	4
2	Kaukolämpö toimialana	5
2.1	Kaukolämmön kehitys ja nykyinen asema	5
2.2	Kaukolämmön tuotanto ja kaukolämpöjärjestelmä	6
2.3	Kaukolämmön kulutus	8
2.4	Kaukolämmön markkinat	11
2.5	Kaukolämmön asema verrattuna muihin lämmitysmuotoihin	14
3	Nykyinen kaukolämmön hinnoittelu	18
3.1	Kaukolämmön hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä	18
3.2	Perinteinen hinnoittelumalli	27
3.2.1	Liittymismaksu	27
3.2.2	Tehomaksu	29
3.2.3	Energiamaksu	32
3.2.4	Virtaus- tai jäähtyvyysmaksu	34
3.2.5	Maksukomponenttien keskinäinen suhde hinnoittelussa	37
3.2.6	Nykyisten hinnoittelumallien maksuperusteet	38
3.3	Kaukolämmön tuotteistetut hinnoittelumallit	46
4	Uudet hinnoittelumallit	53
4.1	Hinnoittelun muuttamisen tarve	53
4.1.1	Kaukolämmöntuottajan näkökulma	53
4.1.2	Asiakkaiden näkökulma	54
4.2	Tutkimus- ja pilottihankkeissa kartoitettuja hinnoittelumalleja	54
4.2.1	Tuntidatan tuomat mahdollisuudet hinnoittelussa	57
4.2.2	Kuukausidatan käyttö hinnoittelussa	59
4.3	Ohjaavia tekijöitä uuden hinnoittelumallin kehityksessä	59
4.3.1	Rakenteellisia ohjaavia tekijöitä	59
4.3.2	Asiakkaiden vaikutus ohjaavana tekijänä	60
5	Uusien hinnoittelumallien implementointi	63
5.1	Uuden hinnoittelumallin kehitys – Case Vapo	64
5.1.1	Vapon nykytilan esittely	65
5.1.2	Mallintaminen ja optimointi	65
5.1.3	Mahdollisia malleja Vapolle	73
5.1.4	Pohdintaa parhaimmasta hinnoittelumallista ja tuloksia	74
5.2	Hinnoittelumallin implementoinnin kulku	76
5.3	Kaukolämmön mielikuvan parantaminen	80
6	Johtopäätökset ja yhteenveto	82
	Lähteet	85

Merkinnät

P	[W]	lämpöteho
c_p	[J/(kgK)]	ominaislämpökapasiteetti (vesi)
ΔT	[°C]	lämpötilaero
ρ	[kg/m ³]	tiheys
\dot{V}	[m ³ /s, m ³ /h]	tilavuusvirta

Lyhenteet

ARA	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus
CHP	<i>Combined Heat and Power</i> , Sähkön ja lämmön yhteistuotanto
COP	<i>Coefficient of Performance</i> , Lämpöpumpun nimellislämpökerroin
ET	Energiateollisuus ry
EU	Euroopan unioni
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i> , Monikriteerianalyysi
PILP	Poistoilmalämpöpumppu
SCOP	<i>Seasonal Coefficient of Performance</i> , Lämpöpumpun kausittainen nimellislämpökerroin
SMAA	<i>Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis</i> , Stokastinen monikriteerinen arvostusanalyysi
UVLP	Ulkoilma-vesi -lämpöpumppu

1 Johdanto

Kaukolämpö tunnetaan Suomessa ja muissa pohjoismaissa erittäin hyvin, ja sillä on pitkä historia kaupunkien ja rakennusten lämmittämisessä. Kaukolämmöllä on nykyään vankka asema Suomessa sekä Ruotsissa verrattuna kokonaisenergian tuotantoon ja kulutukseen. Sen osuus lämmitysmarkkinoilla on molemmissa maissa noin puolet. (Energiateollisuus ry 2016a, Energimyndigheten 2016) Nykyään energiapolitiikka on noussut kansainväliseksi keskustelun aiheeksi ja samalla kaukolämpö on nostettu esiin keskusteluissa. Sitä ja erityisesti yhteistuotantoa pidetään tulevaisuuden vähäpäästöisen energiantuotannon yhtenä tärkeänä kulmakivenä. Kaukolämpö on lisäksi kehittynyt viime vuosina yhä energiatehokkaammaksi ja ympäristöystävällisemmäksi uusien teknologioiden ja uusiutuvien energialähteiden myötä. Esimerkiksi Ruotsissa kokonaisenergiantuotannossa kaukolämpö ja teollisuus ovat suurimmat uusiutuvien energialähteiden käyttäjät. (Energimyndigheten 2015b)

Kaukolämpöala on muiden energia-alojen tapaan saavuttanut paljon kehitystä viime vuosina, ja erityisesti tehokkaampi kulutus on kehittynyt viime aikoina paljon. Erilaiset automaatiojärjestelmät voivat lisätä kaukolämmön tehokasta ja ympäristöystävällistä käyttöä. Lisäksi kaukolämmön tehokasta käyttöä voidaan ohjata myös oikeanlaisella hinnoittelulla, joka ottaa huomioon vaihtelevat tuotantokustannukset ja verkon energiatehokkaan toiminnan. Myös erilaiset innovaatiot vievät kaukolämpöä eteenpäin; esimerkiksi erilaisten tuotantomuotojen implementointi perinteiseen järjestelmään tai uusien teknologioiden käyttö uusilla alueilla. Muun muassa matalalämpötilaiset kaukolämpöverkot ovat esimerkki uusien teknologioiden yleistymisestä. Matalalla lämpötilalla ja oikeanlaisella verkon dynamiikalla voidaan lisätä erityisesti kaukolämpöverkon energiatehokkuutta sekä tilanteesta riippuen vähentää lämmön tuotantokustannuksia (Köfinger et al. 2016).

Vaikka kaukolämpöalalla onkin pitkät perinteet, se on viime vuosina kohdannut haasteita, minkä vuoksi eri yritykset ovatkin alkaneet suunnitella uusia strategioita kilpailukyvyyn säilyttämiseksi. Esimerkiksi uudet rakentamismääräykset, muuttuva energiapolitiikka sekä muut energiankulutusta ja -tuotantoa ohjaavat tekijät muuttavat osaltaan myös kaukolämpöalaa. Samaan aikaan, osaksi edellä mainittujen syiden vuoksi, kaukolämmön kulutuksen on ennustettu kääntyvän lähivuosisikymmeninä laskuun (Pöyry Oy 2011). Erilaiset alaan vaikuttavat ulkopuoliset sekä sisäiset tekijät luovat tarpeen kaukolämpöalan uudistamiselle ja päivittämiseksi moderniksi lämmitysvaihtoehdoksi sekä kannustavat alaa muuttamaan toimintatapoja. Osaksi kaukolämmön pitkästä historiasta johtuen osa kuluttajista pitää kaukolämpöä vanhahtavana ja kankeana lämmitysmuotona, sen luotettavuudesta ja toimintavarmuudesta huolimatta. Kaukolämpöalalla on useita osa-alueita, joiden kehittäminen toisi alalle kaivattua positiivista nostetta. Kuten muillakin energiantuotantoaloilla, hinnoittelu on myös kaukolämmön yksi tärkein kulutuksen ohjauskeino. Hinnoittelu on kaukolämpöalalla jäänyt valitettavan vähälle huomiolle lukuun ottamatta viime vuosia, jolloin se on noussut keskustelunaiheeksi ja yhteiseksi kehityskohteeksi. (Pöyry Oy 2011, Nuorkivi, Kalkum 2009)

1.1 Tutkimusongelma

Kaukolämmön hinnoittelumallien päivittämisellä nykypäivään voidaan kaukolämmön kilpailukyvyyn parantamisen lisäksi kehittää kaukolämpöä entistä nykyaikaisemmaksi. Erilaisilla yhteistyölinkeillä muihin yrityksiin, kuten esimerkiksi hukkalämpöä tuottaviin yrityksiin, voidaan saavuttaa asiakkaita, kaukolämpöyritystä sekä yhteistyökumppaneita hyödyttävä ja palkitseva yhteistyö. Nykyisillä hinnoittelumalleilla tämän kaltainen yhteistyö sekä kaukolämpöliiketoiminnan kehittäminen voi osoittautua haastavaksi, joten niiden päivittämisestä voidaan pitää välttämättömänä koko alan nopeammalle kehitykselle. (Rydén et al. 2013.) Vaikka monella kaukolämpöyrityksellä sekä Suomessa että Ruotsissa kaukolämmön hinnoittelu on vielä varsin perinteistä, sen uudistaminen on lisääntyvää tahtia yleistynyt. Uudistuminen näkyy esimerkiksi hinnoittelussa hyödynnettävästä tuntiluennasta, joka on lisääntynyt sekä Suomessa että Ruotsissa. Kulutuksen seuranta on muuttumassa yhä tarkemman ja yksityiskohtaisemman datan hyödyntämiseen. Molemmissa maissa myös lait määräävät laskutuksen tapahtuvan todellisen kulutuksen mukaisesti, mikä voi kannustaa kaukolämpöyrityksiä panostamaan seuraamaan kulutusta tarkemmin (Fjärrvärmelag 2008, Energiatehokkuuslaki 2015).

Suomessa ja Ruotsissa suurimmalle osalle kaukolämmön asiakkaista tarjotaan edelleen niin sanottua perinteistä hinnoittelumallia, jossa asiakkaalta peritään kaukolämpöön liityttäessä liittymismaksu sekä lämmöntoimituksen alettua tehontarpeesta riippuvainen kiinteä maksu ja kulutuksesta riippuvainen energiamaksu. Hinnoittelurakenne on hyvin selkeä, mutta hintojen muodostuminen ei välttämättä ole asiakkaille helppo ymmärtää, minkä vuoksi hinnoittelu saa usein paljon kritiikkiä asiakkailta. Lisäksi perinteinen hinnoittelumalli on pääosin toteutettu kaukolämmön tuotannon lähtökohdista, mikä jättää asiakkaiden näkökulman jopa kokonaan huomioitta. (Päivänen et al. 2014).

Tämä diplomityö on laadittu Vapo Oy:lle, joka on Suomessa, Ruotsissa ja Baltiassa toimiva energia-alan yritys. Vapo omistaa ja operoi Suomessa yhteensä 15 kaukolämpöverkkoa ja Ruotsissa Vapon tytäryhtiö Neova AB 11 verkkoa. Verkkojen optimaalisen operoinnin lisäksi Vapo pyrkii aktiivisesti parantamaan asiakkaiden kokemuksia tarjoamastaan kaukolämmöstä. Hinnoittelu on erityisen näkyvää kaukolämmön asiakkaille, joten sen kehittäminen toimivaksi, joustavammaksi ja helpommaksi ymmärtää on yksi Vapon päätavoitteista. Tällä hetkellä Vapon hinnoittelumalli on, kuten suurimmassa osassa Suomen ja Ruotsin kaukolämpöyrityksistä, perinteinen malli. Lisäksi verkkojen hinnoittelumallit hieman poikkeavat toisistaan rakenteellisesti, mikä vaikeuttaa niiden hallintaa keskitetysti.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tämä diplomityön tarkoituksena on olla konstruktiiivinen, taustoittava työ. Tässä diplomityössä konstruktiiivisella työllä tarkoitetaan käytännöllisiä ehdotuksia sisältävää työtä, jonka tuloksena saadaan laaja katsaus tarkasteltavaan aiheeseen. Tavoitteena on tutkia käytössä olevia kaukolämmön hinnoittelumalleja sekä selvittää mahdollisia uusia hinnoittelumalleja.

Päämääränä on esittää kattava katsaus kaukolämmön erilaisista hinnoittelumalleista ja perehtyä niiden ominaisuuksiin sekä toiminnallisuuksiin. Lisäksi työssä pyritään esittelemään uusia hinnoittelumalleja, joita ei välttämättä ole vielä implementoitu oikeisiin järjestelmiin. Hinnoittelumallien selvityksessä pyritään löytämään uusia ja jo käytössä olevia kilpailukykyisiä, selkeitä sekä asiakkaiden helposti ymmärrettäviä vaihtoehtoja perinteiselle hinnoittelulle. Työn tavoitteena on siis esitellä yleishyödyllisesti kaukolämmön hinnoittelun nykytilaa, sekä miten hinnoittelu seuraa ja pyrkii vastaamaan alan sisäiseen ja ulkoiseen markkinoiden kehittymiseen.

Työn erityisenä tavoitteena on löytää myös Vapon 15 kaukolämpöverkolle yhtenäisiä ja kilpailukykyisiä uusia hinnoittelumallivaihtoehtoja. Uuden hinnoittelumallin tulisi vaikuttaa mahdollisimman vähän asiakkaiden tällä hetkellä maksamaan kaukolämmön hintaan, joten sen vaikutus on yksi tärkeimmistä tekijöistä optimointi- ja selvitystyössä. Hinnoittelumallin muutoksella pyritään siihen, että hinnoittelu vastaisi paremmin muun muassa tuotantokustannuksiin. Esimerkiksi kausihinnoittelulla voidaan ohjata asiakkaiden kulutusta siten, että kaukolämmöntuotanto ja -kulutus muuttuvat sekä asiakkaalle että kaukolämpöyritykselle kannattavammaksi. Työssä tavoitteena on mallintaa erilaisia hinnoittelumalleja valitulle kaukolämpöverkolle sekä verrata niitä nykytilaan. Mallintaminen ja hinnoittelumallien sopiviksi optimoiminen toteutetaan Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman avulla, jossa tavoitteena on kehittää työkalu, jolla jokaiselle Vapon kaukolämpöverkolle voidaan optimoida verkkokohtaiset arvot samoilla hinnoittelumallien rakenteilla. Tässä työssä esitetään optimoinnin ja mallinnuksen tuloksia yhden testiverkon osalta.

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tässä diplomityössä keskitytään kaukolämmön hinnoittelussa lähtökohtaisesti vain Suomen ja Ruotsin hinnoittelumalleihin Vapon sekä tytäryhtiö Neovan kaukolämpöverkkojen sijainnin vuoksi. Työssä painotetaan erityisesti asiakkaan näkökulmaa hinnoittelussa ja tuotannon kustannusvastaavuus jätetään pienemmälle huomiolle. Tuotannon kustannusrakenteeseen ei myöskään perehdytä kovinkaan syvällisesti, vaan hinnoittelumallien tutkimisessa ja niiden mallintamisessa pyritään löytämään optimaalisia korrelaatioita asiakkaiden maksamille alkuperäisten hinnoittelumallien mukaisille hinnoille. Työssä ei oteta tarkemmin huomioon myöskään hinnoittelumallin muutoksesta aiheutuvaa asiakkaiden kulutuksen dynaamista vaikutusta hinnoittelumallien kehityksessä tai mallinnuksessa. Työ on konstruktiivinen, joten kattava tämänhetkinen tilanne kaukolämmön hinnoittelussa on selvitetty pääosin useiden eri yritysten hinnoittelutietoja netistä hakemalla. Sekä Suomen että Ruotsin kaukolämpöalan taustayrityksiltä Energiateollisuus ry:ltä (ET) ja Svensk Fjärrvärme AB:lta on saatu paljon tietoa molempien maiden kaukolämpöalasta kokonaisuudessaan. Yritysten tiedot alalla ovat kattavat, sillä ET:n jäsenenä on 120 kaukolämpöalan yritystä ja Svensk Fjärrvärme AB:n kaukolämpöalan jäseniä on 139. Ruotsissa jäsenyritykset kattavat jopa 98 % toimitetusta kaukolämmöstä koko maassa ja Suomessa vastaava luku on 97 %. (Tiitinen 2011, Svensk Fjärrvärme 2016) Työssä tarkastellaan hinnoittelua suurimmaksi osin kaukolämpöasiakkaiden näkökulmasta. Heitä ja heidän laitteitaan, kuten kiinteistöjä, niiden järjestelmiä, sisäilmastoja ja lämmönjakoa, käsitellään työssä kiinteinä kokonaisuuksina.

1.4 Rakenne

Tämä diplomityö on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäisessä osassa, luvuissa kaksi ja kolme käydään läpi kaukolämmön nykytilaa sekä tämänhetkisen hinnoittelun rakennetta ja muodostumista. Luvussa kolme esitellään myös uudempia hinnoittelumalleja, jotka ovat käytössä eri kaukolämpöyritysten hinnoitteluissa, vaikka niiden soveltaminen onkin vielä verrattain vähäistä.

Toisessa osassa diplomityötä, luvussa neljä keskitytään mahdollisiin uusiin hinnoittelumalleihin, joista osa on vielä pilotointi- tai vasta tutkimusvaiheessa. Lisäksi luvussa neljä keskitytään tulevaisuuden hinnoittelumallien muodostumiseen, mitkä tekijät vaikuttavat siihen ja mihin suuntaan hinnoittelu on kehittymässä. Luvussa selvitetään esimerkiksi miten lämmitys- ja energiamarkkinoiden sekä uusien teknologioiden kehittyminen vaikuttavat kaukolämmön hinnoitteluun. Diplomityön toisen osan luvussa 5 esitellään erilaisten hinnoittelumallien optimointia ja mallinnusta erääseen Vapon testiverkkoon. Luvussa esitellään, miten kaukolämpöverkon hinnoittelumallin muuttaminen vaikuttaa erilaisiin asiakkaisiin sekä koko verkkoon. Lopuksi käydään läpi, minkälaisia tekijöitä tulee ottaa huomioon hinnoittelumallia muutettaessa, kuten miten eri osapuolet vaikuttavat muutokseen, sekä esitetään miten uuden hinnoittelumallin voi implementoida.

2 Kaukolämpö toimialana

Kaukolämmöllä on ollut tunnetusti vankka asema Suomen ja Ruotsin energiajärjestelmissä ja sitä pidetään toimitusvarmana ja luotettavana lämmitysmuotona. Kaukolämpö tuotetaan tyypillisesti joko yhdessä tai useammassa keskitetyssä tuotantolaitoksessa yhteistuotantona, CHP-tuotantona (*engl. Combined Heat and Power*) tai erillistuotantona. (Energiateollisuus ry 2006a) Kaukolämpöjärjestelmässä lämpöenergia toimitetaan asiakkaille siirtoverkkoa pitkin, jossa siirtoaineena toimii joko vesi tai höyry. Euroopan alueella kaukolämmön siirtoaineena käytetään useimmiten vettä, ja Pohjois-Amerikassa siirtoaine on pääsääntöisesti höyryä. Vesi on kuitenkin osoittautunut tehokkaammaksi siirtoaineeksi kuin höyry. (Energiateollisuus ry 2006a). Pohjoismaissa kuten Suomessa ja Ruotsissa, kaukolämpöyritykset olivat toimialan syntyessä lähes poikkeuksetta julkisessa omistuksessa. Nykyään kansallisten lainsäädäntöjen ja muiden säännösten muuttuessa kaukolämpöyritykset ovat pääosin yhtiöitetty, säilyen kuitenkin usein vahvasti kuntaomisteisina. Nykyään yhä kasvava määrä kaukolämpöyrityksiä on myös kokonaan yksityisessä omistuksessa. (Kuntalaki 2015, Energiateollisuus ry 2006a)

Tässä luvussa käydään läpi kaukolämmön tuotantoa sekä sen kulutusta. Pääpaino pidetään kulutusrakenteessa ja sen muodostumisessa sekä kaukolämmön markkina-aseman tarkastelussa.

2.1 Kaukolämmön kehitys ja nykyinen asema

Suomessa ja Ruotsissa kaukolämmöllä on pitkät perinteet rakennusten lämmityksessä erityisesti kaupunkialueilla, joissa tarvittava lämpötehon tiheys pinta-alaa kohtaan on suuri. Kaukolämpötoiminnan harjoittaminen alkoi Ruotsissa 1940- ja Suomessa 1950- luvuilla, mutta vasta 70-luvulla se yleistyi molemmissa maissa. Nykyään se on sekä Suomessa että Ruotsissa yleisin lämmitysmuoto. Kaukolämmön tarkoituksena on lämmittää rakennuksia ja niissä kulutettavaa lämmintä käyttövetä. (Energiateollisuus ry 2006a, Svensk Fjärrvärme 2015b)

Suomessa kaukolämmön rakentaminen ja kulutus oli kiivaimmassa nousussa 1970- ja 1980-luvuilla, minkä jälkeen sen tuotantokapasiteetti ja kulutus on kasvanut maltillisemmin. Viime vuosina, vasta 2010-luvulla kaukolämmön tuotantokapasiteetin ja kulutuksen kasvu on hidastunut enemmän pitkän ajan kasvunopeudesta. Ruotsissa kaukolämmön kasvu on ollut lähes koko ajan melko tasaista, ja se on jatkunut tasaisena aivan viime vuosiin asti. Kuten Suomessakin, kehitys on tasaantunut 2010-luvulla Ruotsissa. 1970- ja 1980-luvuilla kaukolämmön tuotannossa yleisin polttoaine oli sekä Suomessa että Ruotsissa öljy. Öljyn käytön vähennyttyä öljykriisin johdosta 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa muut polttoaineet ovat yleistyneet ja öljyä käytetään nykyään käytännössä enää huippu- ja varatuotantolaitoksissa. Nykyään kaukolämmön polttoaineita ovat yhä enenevässä määrin erilaiset uusiutuvat biopolttoaineet sekä ylijäämälämpö. (Energiateollisuus ry 2016a, Svensk Fjärrvärme 2014, Svensk Fjärrvärme 2015a)

Tänä päivänä Euroopassa energiankulutuksesta noin 43 % kuluu rakennusten lämmitykseen. Kaukolämmöllä ja sen laajemmalla käytöllä, erityisesti lauhdetuotannon muuttamisessa yhteistuotannoksi, olisi hyvä mahdollisuus saada energiankulutusta tehostettua. Pohjoismaat ovat kaukolämmön tuottajina ja kuluttajina maailman huippuluokkaa, mistä kertoo myös uusimpien kaukolämpöinnovaatioiden, kuten kaksisuuntaisen tai avoimen kaukolämpöverkon tutkiminen ja kehittäminen erityisesti pohjoismaissa. (Joint Research Centre of the European Commission 2012)

Kaukolämpöalaan vaikuttavat voimakkaasti uudet energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävät tavoitteet kuten Euroopan Unionin (EU) 20-20-20 ilmastotavoitteet. Lisäksi uudet rakennusmääräykset vähän energiaa kuluttavista rakennuksista muuttavat kaukolämmön kysyntää tulevaisuudessa. Eri tutkimuksissa on myös todettu, että kaukolämpöä voidaan hyödyntää tehokkaasti myös erityisesti suurten passiivirakennusten lämmitykseen (Joint Research Centre of the European Commission 2012).

Kuluttajaryhmät ovat myös muuttuneet vuosien aikana, ja nykyään energiatehokkaammat rakennukset ja erilainen asiakaskunta, kuten valveutuneet pientaloasiakkaat, kaipaavat kaukolämpöalan uudistusta. Tuotannon ja erityisesti hinnoittelun tulisi kohdata asiakkaiden kulutus ja tarpeet paremmin niin, että vuorovaikutus asiakkaiden kanssa lisääntyisi molempiin suuntiin. Asiakkaiden omilla energiankulutustottumuksilla on suuri vaikutus tuotantoon, vaikka he eivät usein sitä tiedostaisikaan.

2.2 Kaukolämmön tuotanto ja kaukolämpöjärjestelmä

Kaukolämmön tuotanto keskitetyissä laitoksissa on monella tapaa tehokasta energiantuotantoa. Kaukolämmön hyötyjä voidaan tarkastella kahdesta suunnasta

- ympäristön hyödyt
- taloudelliset hyödyt.

Ympäristön kannalta sekä yhteistuotannolla että erillistuotannolla tuotettu kaukolämpö säästää luonnonvaroja ja polttoaineita verrattuna yksittäiseen erilliseen lämmöntuotantoon eri polttoaineista, kuten esimerkiksi rakennuskohtaisiin lämmitysjärjestelmiin. Lisäksi keskitetyissä tuotantolaitoksissa voidaan helpommin polttaa esimerkiksi jätettä, jonka ympäristökuorma muuten olisi paljon suurempi. Yhteistuotantolaitoksissa saavutetaan myös korkeamat hyötysuhteet kuin lauhdetuotantolaitoksissa. (Phetteplace et al. 2013) Esimerkiksi Vapon Forssan voimalaitoksen hyötysuhde kohoaa jopa noin 95 %:iin kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon ansiosta (Vapo Oy 2016). Erillisessä lämmöntuotannossa hyötysuhde saadaan yleisesti myös korkeaksi, noin 90 %:iin, mutta sähkön lauhdetuotannossa hyvänä hyötysuhteena voidaan pitää noin 40 % (Energiateollisuus ry 2006a). Suomessa kaukolämmön tuotannosta yli 70 % tuotettiin yhteistuotannolla joko sähkön- ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa tai teollisuudessa (Energiateollisuus ry 2016a). Ruotsissa yhteistuotanto kattoi noin 45 % lämmöntarpeesta kaukolämpöjärjestelmässä. Lisäksi Ruotsissa yhteistuotannolla tuotettu sähkö kattoi noin 10 % koko maan sähkönkulutuksesta. (Energimyndigheten 2015a)

Myös EU kannustaa osaltaan siirtymään pelkästä sähkön lauhdetuotannosta yhteistuotantoon. EU:n vuonna 2012 antaman direktiivin mukaan jäsenvaltioiden tulisi antaa yhteistuotannolle tukea, joka perustuu hyötylämmön tarpeeseen ja primäärienergian säästöihin. (EU direktiivi 2012). Pitkään matalalla tasolla pysytelleet sähkönhinnat tekevät kuitenkin yhteistuotantoon investoimisen tällä hetkellä kannattamattomaksi. (Phetteplace et al. 2013)

Kaukolämmön tuotannossa eli keskitetyssä lämmöntuotannossa polttoaineen valinta ja vaihtaminen on helpompaa ja tuotannon päästöjä voidaan kontrolloida tarkemmin kuin yksittäisessä lämmöntuotannossa. Esimerkiksi jätettä voidaan polttaa tehokkaasti CHP-laitoksissa pienillä päästöillä ja ympäristövaikutuksilla. Näin voidaan myös vähentää jätteistä muuten aiheutuvia ympäristökuormia sekä muita ongelmia. Kaukolämmöntuotannossa voidaan usein helposti hyödyntää polttoaineita, joita ei voida rakennuskohtaisissa lämmitysjärjestelmissä käyttää ollenkaan. Polttoaineen valinta vaikuttaa kaukolämmön tuottamiin päästöihin sekä muun muassa kaukolämmön hintaan. (Phetteplace et al. 2013)

Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna ympäristölle ystävällisempi CHP-tuotanto on samalla myös edullinen tapa tuottaa kaukolämpöä. Lämmöntuotantotapa vaikuttaa muutenkin kaukolämmön tuotantokustannuksiin ja muut edulliset lämmönlähteet, kuten hukkalämmönlähteet, voivat parantaa kaukolämmön taloudellista kannattavuutta. CHP-tuotannossa sähköntuotannon ohella syntyvä lämpö voidaan hyödyntää kaukolämpönä, jolloin samasta määrästä polttoainetta saadaan suurempi energiamäärä irti. Näin saavutetaan aiemmin mainittu korkea hyötysuhde tuotannossa. Yhteistuotantoa pidetään EU:ssa merkittävänä keinona kasvihuonekaasujen vähentämisessä. Yhteistuotannon hyödyntäminen lisää energiatehokkuutta erillistuotantoon verrattuna noin 30 %, kun verrataan siitä saatavan kokonaisenergian määrää. (Energiateollisuus ry 2006a) EU maista muun muassa Saksa on asettanut tavoitteen nostaa yhteistuotannon osuus 25 %:iin sähköntuotannosta vuoteen 2020 mennessä, kun se vuonna 2013 oli vain 13 % (Gullev 2013). Hukkalämmönlähteiden hyödyntäminen kaukolämmön tuotannossa on lisääntynyt viime vuosina runsaasti. Erilaisissa prosesseissa syntyvä hukkalämpö voidaan ottaa talteen, mikäli sen laatu on riittävän hyvää eikä kustannuksia synny kohtuuttoman paljon. Tämä lisää energiatehokkuutta myös siten, ettei kohteita tarvitse jäähdyttää hukkalämpöä hyödynnettäessä.

Kaukolämmöntuotannon ympäristölliset ja taloudelliset vaikutukset riippuvat pitkälti kaukolämmön tuotantomuodoista. Kuitenkin esimerkiksi jakeluverkon tyyppi vaikuttaa etenkin kaukolämmön jakelun tehokkuuteen ja sitä kautta myös kustannuksiin. Erilaisia kaukolämpöjärjestelmiä on maailmalla paljon ja pääosin niissä eroaa jakeluverkon tyyppi. Suomessa ja Ruotsissa jakeluverkot ovat pääosin suljettuja kaksiputkijärjestelmiä, jossa kiertovesi on puhdistettu. Kaukolämpövesi on myös usein värjätty täysin turvallisella pyraniiini-väriaineella, jotta verkostossa esiintyvien vuotojen havaitseminen olisi helpompaa. Lämpöenergia siirtyy virtaavan veden mukana asiakkaiden lämmönvaihtimiin, josta jäähtynyt kaukolämpövesi johdetaan paluuputkea myöten takaisin tuotantolaitokselle. (Energiateollisuus ry 2006a)

Kaukolämmöntuotannossa molemmat maat käyttävät paljon uusiutuvia energialähteitä. Suomessa uusiutuvien polttoaineiden osuus kaukolämmön tuotannossa oli vuonna 2015 noin 33 %, minkä lisäksi 3,3 % lämmöntuotannosta oli sekundäärilämpöä. Suomessa kotimaisuusaste kaukolämmön polttoaineissa ylitti ensi kertaa 50 % vuonna 2014 ja vuonna 2015 kotimaisuusaste oli jo 56 %. Kaukolämmön tuotannossa myös jätteen hyödyntäminen on noussut merkittävästi, nykyään sen osuus on jo lähes 6 %. (Energiateollisuus ry 2016a, Energiateollisuus ry 2015c) Vuonna 2014 Ruotsissa biopolttoaineiden osuus kaukolämmöntuotannosta oli 42 %. Lisäksi jätteen ja jätekaasun osuus oli yhteensä noin 23 %, eli runsaasti Suomen jätteenkäyttöä yleisempää. Ruotsissa käytetään Suomea enemmän myös teollisuuden sekundäärilämpöä eli niin sanottua ylijäämälämpöä. Sen osuus Ruotsin kaukolämmöntuotannosta vuonna 2014 oli noin 8 %. Ruotsissa fossiilisten polttoaineiden käyttö suhteutettuna tuotantomäärään on myös huomattavasti Suomen kaukolämmöntuotantoa niukempaa. Ruotsissa vuonna 2014 öljyä, hiiltä ja maakaasua käytettiin polttoaineena kaukolämmön kokonaistuotannossa vain noin 6 %. Tosin Ruotsissa kaukolämmön tuotantotilastoihin on laskettu CHP-tuotannosta ainoastaan kaukolämmön polttoaineiden osuus, kun Suomessa CHP-tuotannon kokonaispolttoainemäärä sekä sähkölle että lämmölle lasketaan kaukolämmön tilastoihin mukaan. Tämä vaikuttaa hieman fossiilisten polttoaineiden osuuteen kaukolämmön tuotannossa, mutta toisaalta näiden polttoaineiden osuus on Suomessa todellisuudessaakin korkeampi. Fossiilisten polttoaineiden osuus kaukolämmön kokonaistuotannosta Suomessa oli siis saman vuonna 2014 noin 49 %. (Svensk Fjärrvärme 2015a, Energiateollisuus ry 2015a) Suomessa on kuitenkin viime vuosien aikana tapahtunut selkeää laskua fossiilisten polttoaineiden käytön osalta, ja ilmastotavoitteet huomioon ottaen fossiilisten polttoaineiden käyttö tulee vähenemään entisestään.

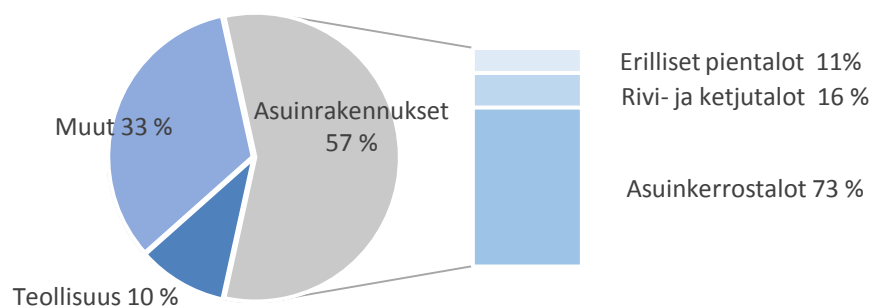
2.3 Kaukolämmön kulutus

Kaukolämmön kysyntään ja kulutukseen vaikuttavat monet asiat asiakkaiden henkilökohtaisista mieltymyksistä lainsäädäntöön. Kaukolämpöä käytetään sekä rakennusten että lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Lämpimän käyttöveden kulutus on pitemmällä aikavälillä suhteellisen helposti ennakoitavissa aiemman kulutuksen perusteella, mutta rakennusten lämmittämiseen kuluvan energian ennustaminen on paljon vaikeampaa. Rakennusten lämmitykseen kuluva energia vaihtelee eniten enimmäkseen sään ja vuodenaikojen mukaan. Kesäaikaan rakennuksia ei yleensä lämmitetä ollenkaan, vaan ne kuluttavat ainoastaan lämmintä käyttövettä. Tämän vuoksi osa tuotantolaitoksista ajetaan alas kesäaikaan, mutta osaa laitoksista joudutaan ajamaan mahdollisesti jopa vajaateholla, jotta lämmintä käyttövettä saataisiin rakennuksiin. Kaukolämmön kulutus vaihtelee myös viikko- ja päivätasolla suhteellisen paljon. Viikkotasolla kulutus vaihtelee päivä- ja yö-sykleissä sekä riippuen siitä, onko arkipäivä vai viikonloppu. Päivätasolla kulutus vaihtelee tunneittain siten, että aamulla ja illalla voidaan havaita selkeät kulutuspiikit, jotka johtuvat muun muassa ilmastointilaitteiden käynnistymisestä ja lämpimän käyttöveden kulutuksesta. (Energiateollisuus ry 2006a)

Asuinrakennusten energiankulutuksesta suurin osa kuluu lämmitykseen lukuun ottamatta erittäin energiatehokkaita rakennuksia, joissa lämmityksen tarve on vähentynyt merkittävästi suhteessa muuhun energiankulutukseen. Rakennusten ja niiden käyttöveden lämmityksen osuus asumisen kokonaisenergiankulutuksesta oli Suomessa vuonna 2014 noin 87 %. Tämä tarkoittaa noin 55 TWh kokonaisuudessaan. Osa asuinrakennusten energiankulutuksesta kuluu muun muassa erilaisten kotitalouslaitteiden käyttämiseen. (Tilastokeskus 2015a) Asuinrakennusten osalta lämmitys on ylivoimaisesti suurin kulutuskohde, mutta Suomen kokonaisenergian loppukäytöstä erilaisten rakennusten lämmitys vie vain noin neljäsosan. Suuri osa, noin 47 % energian loppukäytöstä kuluu teollisuuteen ja noin 16 % liikenteeseen. (Tilastokeskus 2015b) Ruotsissa vuonna 2014 kokonaisenergian loppukäytöstä kului noin 20 % eli hieman yli 70 TWh asuin-, liike- ja palvelurakennusten lämmitykseen. Asuinrakennusten osuus tästä oli noin 73 % eli hieman yli 50 TWh. Ruotsissa teollisuus kuluttaa kokonaisenergian loppukäytöstä noin 38 % ja liikenne noin 24 %. (Energimyndigheten 2016)

Suomessa kaukolämmön kuluttajia ovat pääasiassa asuinrakennukset, liike- ja palvelurakennukset sekä teollisuus. Asuinrakennukset kuluttavat kaukolämmön kokonaiskulutuksesta noin 57 %, palvelu- ja muut rakennukset noin 33 % ja teollisuus noin 10 %. Kuten kuvasta 1 näkee, asuinrakennusten kulutuksesta suurin kuluttajaryhmä on kerrostaloasunnot noin 73 % osuudella, mikä tekee kaukolämmön kokonaiskulutuksesta 41 %. Seuraavaksi suurin osa asuinrakennusten kulutuksesta menee rivi- ja ketjutaloille noin 16 % ja pientalojen osuus on pienin, vain 11 %. Kaukolämmön kokonaiskulutuksesta nämä ovat vain 9 % ja 7 %. (Energiateollisuus ry 2015b, Tilastokeskus 2015a)

KAUKOLÄMMÖN KULUTUKSEN JAKAUTUMINEN SUOMESSA V. 2014



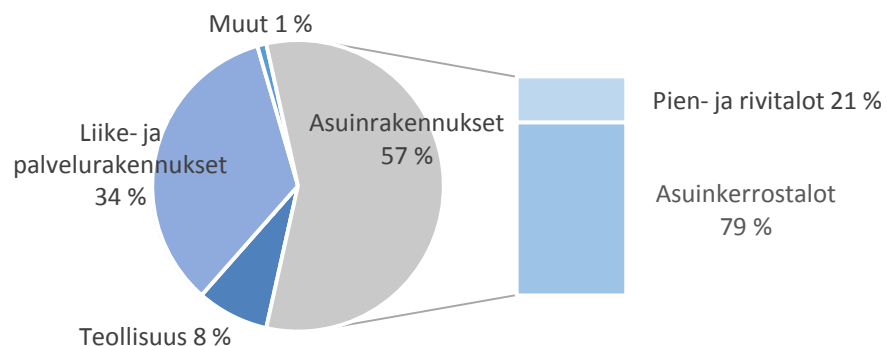
Kuva 1. Kaukolämmön kulutuksen jakautuminen Suomessa asuinrakennusten, teollisuuden ja muiden kohteiden välillä vuonna 2014. (Energiateollisuus ry 2015b)

Suomessa asuinrakennusten kaukolämmönkulutus on selkeästi painottunut suurempiin asuintaloihin ja pientalot kuluttavat vain murto-osa kokonaiskulutuksesta. Pientalojen osuus on kuitenkin kohtuullisen korkea koko asuntokannasta ja uudisrakentamisesta. Vuonna 2014 pientaloasuntoja oli 39 % koko asuntokannasta ja kerrostaloasuntoja 45 % (Tilastokeskus

2015c). Vaikka pientaloja onkin paljon, niiden rakentaminen on viime vuosina vähentynyt. Sen sijaan kerrostalojen rakentaminen on vilkkaampaa kuin aikaisemmin, ja niiden rakentamisvolyyymi on ohittanut pientalojen rakentamisen. (Tilastokeskus 2016) Pientalojen osuus kaukolämmön kulutuksesta on siis verrattain pientä niiden kokonaismäärään suhteutettuna. Tämä voi selittyä osin myös kaukolämpöverkkojen sijainnilla. Kaupunkeihin ja taajamiin, joissa kaukolämpöä on useammin tarjolla, rakennetaan asuntoja tiiviimmin eli suositaan kerrostaloasuntoja pientaloja enemmän. Lisäksi suuret asuinrakennukset ovat myös kaukolämmön tuotannon kannalta edullisempia kohteita.

Ruotsissa kaukolämmön kulutus rakenne poikkeaa yllättävän vähän Suomen kaukolämmön kulutus rakenteesta. Ruotsin lämmitysenergian kulutus on kokonaisuudessaan vähentynyt 2000-luvulla, mutta kaukolämmön kulutus on sen sijaan hiukan kasvanut. Samanlaista kehitystä on havaittavissa Suomessakin. Ruotsissa asuinrakennusten kulutuksen osuus kaukolämmön kokonaiskulutuksesta on samaa luokkaa kuin Suomessa eli noin 57 %. Teollisuuden kaukolämmön kulutus on kuitenkin hieman pienempi, vain noin 8 %. Toimitilojen sekä liike- ja palvelusrakennusten osuus kaukolämmön kokonaiskulutuksesta on noin 34 % ja muiden kuluttajien noin 1 %. (Energimyndigheten 2016) Kuvassa 2 on esitetty Ruotsin kaukolämmön kulutus rakenne.

KAUKOLÄMMÖN KULUTUKSEN JAKAUTUMINEN RUOTSISSA V. 2014



Kuva 2. Kaukolämmön kulutuksen jakautuminen Ruotsissa asuinrakennusten, teollisuuden, liike- ja palvelurakennusten sekä muiden kohteiden välillä vuonna 2014. (Energimyndigheten 2016)

Asuinrakennusten kaukolämmön kulutus rakenne eroaa myöskin vain hieman verrattuna Suomen kulutus rakenteeseen. Ruotsissa pientaloasiakkaisiin sisällytetään pientalot sekä pienet rivitalot, minkä vuoksi tilastoissa ei voida vertailla näiden kahden asiakaskunnan eroja. Tässä työssä mainitaan Ruotsin pientaloasiakkaat aina pien- ja rivitaloasiakkaina, jotta voidaan vertailla lukemia Suomeen, eivätkä asiakaskunnat sekoitu. Vuonna 2014 asuinrakennusten kaukolämmön kulutuksesta pien- ja rivitalojen osuus oli 21 % eli kokonaiskulutuksesta 12 %. Suomessa pien- ja rivitalojen yhteenlaskettu kulutus 27 % oli siis lähes samaa

luokkaa kuin Ruotsissa. Kerrostalojen osuus oli 79 % asuinrakennusten kulutuksesta, mikä tekee kokonaiskulutuksesta 45 %. (Energimyndigheten 2016) Kaukolämmön markkinaosuus kerrostalojen lämmityksessä on jopa yli 90 %. Vastaava osuus pientaloissa on vain alle 20 %, mutta muissa toimitiloissa kuitenkin noin 70 %. (Sköldberg, Rydén 2014)

Viime vuosina kaukolämmön normeerattu kulutus on edelleen kasvanut hieman sekä Suomessa että Ruotsissa (Energimyndigheten 2016, Energiategollisuus ry 2016a). Kaukolämmön kulutuksen kasvun ennustetaan kuitenkin hiipuvan lähivuosina, ja on arvioitu, että vuoteen 2030 mennessä kaukolämpöenergian myynti saavuttaa huippunsa ja kääntyy laskuun. Kulutuksen vähentyminen johtuu rakennuskannan uudistumisesta voimaanstuvien tiukempien rakennusmääräysten vuoksi sekä ilmaston lämpiämisestä. (Energiategollisuus ry 2013) Tällä hetkellä lähes nollaenergiarakennuksista, joita kaikkien uusien rakennusten tulisi olla vuodesta 2021 alkaen, on kuitenkin vain vähän tietoa. Näiden rakennusten vaikutuksista kaukolämpöverkkoon ei voida vielä varmasti sanoa mitään. Netto- ja lähes nollaenergiarakennuksia on rakennettu vasta suhteellisen vähän, joten niiden toiminnasta sekä realistisesta energian- ja sähkötarpeesta tarvitaan vielä lisää tietoa. Elinkaarikustannuksia ja -analyysyjä laskettaessa tulevaisuuden painoarvo kasvaa, ja laskentoja varten on kehitettävä erilaisia skenaarioita. (Klobut et al. 2014) Erilaisten skenaarioiden avulla voidaan päästä kiinni optimaalisiin mahdollisuuksiin kaukolämmön kannalta, mutta varmoja vastauksia ei voida taata. Esimerkiksi energiahintojen nousua voi olla hyvin vaikea ennustaa, mikä heijastuu skenaarioiden epävarmuuteen. Hinnoittelussa tulevaisuuden kulutuksen todennäköinen lasku kannattaa huomioida jo hyvissä ajoin, jotta asiakkaille tai kaukolämpöyrityksille ei synny ylimääräisiä kustannuksia.

Kaukolämmön energiatehokkaan tuotannon lisäksi kaukolämpöä kannustetaan myös kuluttamaan energiatehokkaasti. Vapaaehtoisen energiankulutuksen ohjauksen lisäksi kaukolämpöyrityksiä myös veloitetaan auttamaan asiakkaita tehokkaassa kaukolämmön käytössä. Kaukolämpöyritysten tulee antaa asiakkailleen tietoa energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä sekä yhteystietoja niistä lisätietoa antaville tahoille. Lisäksi Suomen laki velvoittaa kaukolämpöyrityksiä toimittamaan asiakkailleen käyttöraportin vähintään kerran vuodessa. Raportissa ilmoitetaan asiakkaan energiankulutus määrättyltä ajanjaksolta sekä esitetään vertailutietoa muihin vastaavankokoisiin asiakkaisiin. (Energiategollisuus ry 2010a) Myös Ruotsissa kaukolämpöyritysten tulee lähettää asiakkailleen säännöllisin väliajoin vastaavanlainen kulutusraportti. Asiakkaila on näin ollen paremmat mahdollisuudet seurata kulutustaan sekä parantaa lämmityksen energiatehokkuutta. Kulutusta seuraamalla asiakkaat havaitsevat helpommin mahdolliset kulutuspiikit ja voivat tietoisesti vähentää niitä. Näin kaukolämpöyritystenkin on helpompi tuottaa asiakkaille tasaisemmin lämpöenergiaa, kun rajuja kulutusvaihteluja saadaan vähennettyä.

2.4 Kaukolämmön markkinat

Sekä Suomessa että Ruotsissa rakennusten lämmityksen osuudet ovat suuret verrattuna energian kokonaiskulutukseen johtuen pohjoisesta sijainnista. Uusiutuvien energialähteiden käyttö lämmitysenergian tuotannossa merkitsee siten myös suurta uusiutuvien osuutta koko

energiantuotannossa. Suomessa kaukolämmön osuus koko lämmitysmarkkinoista vuonna 2014 oli hieman yli 46 % ja Ruotsissa vastaavasti osuus asuin- ja palvelurakennusten lämmitysmarkkinoista oli noin 58 %. (Energiateollisuus ry 2016a, Energimyndigheten 2016) Kaukolämmön markkinoita ohjaa käytännössä kysyntä ja tarjonta, mutta kaukolämmön paikkasidonnaisuuden vuoksi osalla lämmönkuluttajista ei ole mahdollisuutta valita kaukolämpöä. Toisaalta joissakin kunnissa kaavoituksen vuoksi asiakkaat ovat velvoitettu tietyin ehdoin liittymään kaukolämpöön. Kaukolämmön hinta on keskeinen asiakkaiden päätöksiin vaikuttava tekijä, joten hinnoittelun uudistamiselle nähdään tarvetta alalla muun muassa kilpailukyyn ylläpitämiseksi. (Pöyry Oy 2011)

Kaukolämmön markkinat Suomessa ja Ruotsissa käsittävät käytännössä monia erillisiä paikallisia markkinoita. Tämä johtuu kaukolämmön paikkasidonnaisuudesta, sillä lämpöenergiaa ei voida toimittaa kaukolämpöverkon ulkopuolelle. Yhtä kaukolämpöjärjestelmää hallinnoi usein vain yksi yritys kyseisellä alueella. Erot kaukolämmön hintoihin eri verkkojen kesken muodostuvatkin juuri erilaisista edellytyksistä tuottaa energiaa eri ympäristöissä. (Svensk Fjärrvärme 2015b) Kaukolämpöyritysten hinnoittelulle ei ole Suomessa eikä Ruotsissa tarkkaa regulaatiota. Laeissa, joita tulee luonnollisesti noudattaa, on mainittu vain muutamia yleisiä ohjeita hinnoittelusta. Suosituksia on molemmissa maissa runsaasti, mutta ne ovat enemmänkin toimintaa ohjaavia kuin selkeitä rajoitteita. Tämän vuoksi on syntynyt keskustelua kaukolämpötoimijoiden mahdollisesta määräävästä markkina-asemasta. Asianajajatoimisto Krogerus laati ET:lle tutkimuksen (2014), jonka mukaan kaukolämpöliiketoiminnalla on todettu olevan luonnolliseen monopoliin verrattavia piirteitä. Tämän vuoksi Suomessa määritellään aina tapauskohtaisesti onko kaukolämpötoimija määräävässä markkina-asemassa vai ei. Suomessa Kilpailuneuvosto (nykyinen markkinaoikeus) on 2000-luvun vaihteessa kahdessa päätöksessään katsonut kaukolämpöyrityksen olleen määräävässä markkina-asemassa. (Asianajajatoimisto Krogerus Oy 2014) Erilaiset lisääntyneet vaihtoehdot lämmitysmarkkinoilla lisäävät kilpailua alalla, mikä lieventää kaukolämpöyritysten mahdollista määräävän markkina-asemaa.

Kaukolämpöyritysten markkina-aseman vuoksi niiltä edellytetään kuitenkin muun muassa kohtuullista hintatasoa (Sarvaranta et al. 2012). Ainoastaan kohtuullinen hinnoittelu ei nykyään välttämättä riitä ylläpitämään kaukolämmön kilpailukykyä. Viime vuosina teknologioiden kehittyessä ja parantuessa erilaiset vaihtoehtoiset lämmitysmuodot, esimerkiksi lämpöpumput, ovat yleistyneet runsaasti. Lämmitysmarkkinoilla tiukentunut kilpailu vaikuttaa myös kaukolämmön kulutukseen, joten kaukolämpöalan olisi hyvä pyrkiä uudistumaan säilyttääkseen asemansa muuttuvilla markkinoilla. (Pöyry Oy 2011) Kaukolämmön vahvuutena lämmitysmarkkinoilla pidetään yhä sen helppokäyttöisyyttä ja toimitusvarmuutta, joka on esimerkiksi Suomessa yli 99,98 % (Energiateollisuus ry 2015c). Tarkemmin kaukolämmön hinnoittelua ohjaavia ja rajoittavia tekijöitä esitellään tämän diplomityön luvussa 3.1.

Ruotsissa laki Fjärrvärmelag (*suom. kaukolämpölaki*) (2008) ohjaa kaukolämpöyrityksiä toimimaan markkinoilla kilpailukykyisesti. Laissa esimerkiksi velvoitetaan, että kaukolämpöyrityksen tulee neuvotella asiakkaan kanssa sopimusehdoista sekä kaukolämmön hinnasta

ja toimituksesta. Lisäksi muun muassa sopimusehtoja muutettaessa, kaukolämpöyrityksen tulee neuvotella asiakkaan kanssa myös yksipuolisista sopimusmuutoksista, jos asiakas näin vaatii. Ruotsissa laki velvoittaa myös kaukolämpöyrityksen antamaan riittävästi tietoa ja työkaluja sopimusehtojen kohtuullisuuden arvioimiseen, jotta asiakkaat saisivat hyvän ja oikeudenmukaisen sopimuksen. Täyttäessään erilaisia asiakkaat huomioon ottavia velvoitteita, kaukolämpöyritykset parantavat omia asemiaan markkinoilla, kun asiakkaiden kokema palvelu parantuu. Ruotsin kaukolämpölaissa ei kuitenkaan määritellä tarkkoja ohjeita hinnoittelusta tai sen muodostamisesta, vaan siinä mainitaan muun muassa Suomen tavoin vain vaatimus hinnoittelun kohtuullisuudesta. Tämän lisäksi edellytetään, että hinnoittelun ja hintojen on oltava selkeät ja asianmukaiset. (Fjärrvärmelag 2008) Tätä voidaan verrata Suomen määräyksiin, kuten vaatimukseen kohtuullisesta hinnoittelusta. Sekä Suomessa että Ruotsissa on veloitettu kaukolämpöyrityksiä myös kertomaan asiakkaiden todellinen kulutus sekä esitettävä kulutusvertailu muiden samankokoisten asiakkaiden kanssa. (Fjärrvärmelag 2008, Energiatehokkuuslaki 2015) Ruotsin kaukolämpölaissa edellytetään kaukolämpöalalla toimijoilta pitkälti samoja asioita kuin Suomen ET:n laatimissa suosituksissa. Suurin ero maiden välillä on käytännössä vain se, että Ruotsin laki velvoittaa ja Suomen suositukset ohjeistavat toimimaan määrättyllä tavalla. Ruotsissa ohjeet ovat kirjattu siis lakiin ja Suomessa ne ovat lakien ja muiden säädösten pohjalta muodostettuja suosituksia.

Kaukolämpöyrityksillä on lämmitysmarkkinoilla useita mahdollisuuksia parantaa asemaansa. Esimerkiksi sekä Suomessa että Ruotsissa tarkkaan valvotut kaukolämmön laatu-merkkijärjestelmät takaavat, että kaukolämpöyritysten, jotka kuuluvat merkin piiriin, toiminta on laatu-merkin vaatimusten mukaista. Ruotsissa laatu-merkkijärjestelmää kutsutaan Reko fjärrvärme ja Suomessa Reilu kaukolämpö -järjestelmäksi. Molemmissa maissa laatu-merkkijärjestelmissä edellytetään erityisesti, että kaukolämpöyritysten on parannettava dialogia asiakkaiden kanssa ja otettava heidän toiveensa ja tarpeensa paremmin huomioon. Tavoitteena on toisin sanoen siis korostaa ja vahvistaa asiakkaan asemaa neuvotteluissa kaukolämmöntoimittajan kanssa. Ruotsissa laatu-merkki velvoittaa esimerkiksi kaukolämpöyrityksiä järjestämään säännöllisin väliajoin tapaamisia, joissa yritykset ja asiakkaat keskustelvat esimerkiksi hinnoittelusta sekä sen kehityksestä tulevaisuudessa. Suomessa laatu-merkkijärjestelmään valitaan joka toinen vuosi uusi tema, johon kaukolämpöyritysten tulee erityisesti kiinnittää huomiota. Tällä hetkellä teemana on parempi dialogi asiakkaiden kanssa. Kaukolämpöyritykset, jotka ovat mukana laatu-merkkijärjestelmissä, saavat käyttää laatu-merkkiä markkinoinnissaan sekä erityisen maininnan järjestelmässä mukanaolosta. (Svensk Fjärrvärme 2013, Energiateollisuus ry 2016d)

Laatu-merkkijärjestelmän lisäksi Ruotsissa on ryhdytty kokeilemaan Prisdialogen -järjestelmää. Järjestelmän ovat kehittäneet yhteistyössä Svensk Fjärrvärme, SABO (*Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag*) ja Riksbyggen. Järjestelmässä on tarkoitus parantaa asiakkaan ja kaukolämmöntoimittajan välistä yhteistyötä ja kehittää kaikille osapuolille mahdollisimman sopiva hinnoittelumalli. Järjestelmässä kaukolämpöyritys järjestää ensin tapaamisia suurimpien asiakkaidensa kanssa ja keskustelee asiakkaiden näkökulmista ja tekijöistä hinnoittelumalliin liittyen. Viimeisessä tapaamisessa kaukolämpöyritys esittelee asiakkaille

hinnoittelumallinmuutoksensa ja asiakkaat tarkistavat sen. Sopimusehdotus lähetetään Prisdialogen -kansliaan ja -hallitukseen, jossa se tarkastetaan sekä hyväksytään tai hylätään. Jos asiakkaan ja kaukolämpöyrityksen välinen sopimus hyväksytään, niin kaukolämpöyritys hyväksytään samalla jäseneksi Prisdialogen -järjestelmään. Valmis sopimus sisältää hinnoittelumuutoksen tulevaksi vuodeksi ja ennusteen siitä seuraavaksi vuodeksi. (Prisdialogen 2015) Tällä tavalla asiakkaat ymmärtävät helpommin miten hinnoittelumalli muodostetaan ja minkälaisia tekijöitä sen muodostamisessa tulee ottaa huomioon. Järjestelmä mahdollistaa myös toisilta oppimisen valtakunnallisesti ja lisää samalla hinnoittelun läpinäkyvyyttä ja ennakoitavuutta. (Päivänen et al. 2014) Tällä hetkellä Ruotsissa 57 % toimitetusta kaukolämmöstä kuuluu Prisdialogen -järjestelmän piiriin. (Prisdialogen 2015)

Kaukolämmön markkinoilla on viime vuosina jo tapahtunut muutoksia, kun lämpöä on ryhdytty ottamaan talteen kolmansien osapuolten hukkalämmönlähteistä. Tällaisia kolmansien osapuolten kohteita voivat olla esimerkiksi konesalit tai suuret kaupungit, jotka tuottavat jatkuvasti ylijäämälämpöä. Tukholmassa on käytössä täysin avoimet markkinat muille lämmöntuottajille, eli niin sanottu avoin kaukolämpöverkko. Se tarkoittaa, että kaukolämpöyritykset määräävät hinnan, jolla kolmannet osapuolet voivat päättää, myyvätkö hukkalämpöään verkkoon vai ei. Eri lämpötilatasoille on erisuuruiset hinnat, joten kaikenlaisten prosessien hukkalämpöä voidaan hyödyntää. Hukkalämmönlähteet sijaitsevat usein valmiiksi kaukolämpöverkon varrella, jolloin liittyminen ei tuota ongelmia. (Fortum 2016b) Suomessa ja muuallakin Ruotsissa on otettu askeleita kohti avoimempaa kaukolämpöverkkoa, kun verkkoon on yhdistetty muita lämmönlähteitä. Esimerkiksi sairaaloiden, jätevedenpuhdistamoiden ja konesalien hukkalämpöä hyödynnetään jo nykyään eri kaukolämpöverkoissa. Nämä ovat kuitenkin täysin kaukolämpöyritysten omistamia hankkeita ja niin sanottuja avoimia markkinoita ei ole vielä syntynyt enempää.

Edellisessä luvussa mainittu kulutuksen ennustettu lasku vaikuttaa kaukolämpöalan lisäksi myös muihin lämmitysmuotoihin ja markkinoihin. Entistä energiapihimmat rakennukset käyttävät mahdollisimman vähän energiaa ja erityisesti lämpöenergiaa pyritään ottamaan talteen tehokkaasti. Kuten aikaisemmin myös todettiin, vähän energiaa kuluttavista rakennuksista tiedetään vielä suhteellisen vähän. Tämän vuoksi on hyvin vaikea ennustaa miten näiden vaikutukset tulevat näkymään lämmitysmarkkinoilla ja erityisesti kaukolämmön kysynnässä.

2.5 Kaukolämmön asema verrattuna muihin lämmitysmuotoihin

Kaukolämmön markkinat ovat viime vuosina muuttuneet paljon ja tulevat lähitulevaisuudessa varmasti muuttumaan lisää. Kilpailijoita on lämmitysmarkkinoilla yhä enemmän ja teknologioiden kehittyessä kaukolämpöalankin tulisi mahdollisuuksien mukaan pyrkiä uudistamaan toimintaansa. Kilpailu tekee alalle kuin alalle hyvää, joten kaukolämmöntuottajien onkin hyvä ottaa uudet vaihtoehtoiset lämmitysmuodot huomioon. Kilpailutilanne kaukolämmön ja muiden lämmitysmuotojen välillä vaihtelee lisäksi paljon ja joillakin alueilla kaukolämpö voi olla ainoa kustannustehokas ratkaisu. Tällaisia alueita voivat olla tiheään asutut suuret kaupungit, joissa käytännön rajoitteet tulevat muiden lämmitysmuotojen eteen.

(Pöyry Oy 2011) Vastavuoroisesti joillakin alueilla, jolla ei ole saatavissa kaukolämpöä, kilpailu syntyy muiden lämmitysmuotojen välille. Tässä luvussa esitellään mahdollisia kilpailijoita kaukolämmölle sekä sitä, miten nämä kilpailijat vaikuttavat kaukolämmön tuotantoon, jakeluun ja kysyntään.

Kaukolämpö on poikkeuksellisessa asemassa lämmitysmarkkinoilla, sillä sen voidaan katsoa toimivan määräävässä markkina-asemassa. Tämä johtuu kaukolämmön paikkasidonnaisuudesta, mikä on otettava huomioon, kun verrataan kaukolämpöä muihin kilpailijoihin. Rakennuksen lämmitysmuodon valintavaihe on tämän vuoksi kriittisin vaihe kaukolämmön kilpailun kannalta. Valittaessa mikä tahansa lämmitysmuoto, on hyvä tarkastella investointikustannuksia ja elinkaarikustannuksia. Riippuen painotetaanko tämänhetkisiä vai koko elinkaaren aikaisia kustannuksia enemmän, voi lämmitysratkaisun vaihtoehdot vaihdella. Valittaessa esimerkiksi kaukolämpö lämmitysmuodoksi, alkuinvestoinnin suuruus vaikuttaa mahdolliseen lämmitystavan muuttamiseen myöhemmin. Toisaalta kustannusten lisäksi voidaan painottaa esimerkiksi palveluita tai helppoutta, jolloin nekin vaikuttavat ratkaisun muodostumiseen. Asiakkaiden katsotaan olevan jossain määrin sidoksissa kaukolämpöön, joten kaukolämpöyritysten on kohdeltava asiakkaitaan vähintään lakien ja suositusten vaatimalla tavalla. Lisäksi Maankäyttö- ja rakennuslakia muutettiin vuoden 2009 alusta alkaen siten, että kunnille annettiin oikeus kaavoituksessa vaatia tietyin edellytyksin kaukolämpöjärjestelmään liittymistä. (Kilpailuvirasto 2012) Tämän vuoksi on tärkeää, ettei kaukolämpöä hinnoitella kohtuuttomasti niin, että kaukolämpöyritykset voivat ylläpitää kilpailukykyä ilman pakotteita.

Viime vuosina lämmitysmarkkinoilla yleistyneet erilaiset lämpöpumput ja erityisesti maalämpö on kohonnut kaukolämmön suurimmaksi haastajaksi. Muita lämpöpumppuja ovat esimerkiksi ulkoilma-vesi-lämpöpumput (UVLP) sekä poistoilma-lämpöpumput (PILP). (Klobut et al. 2014) Lämpöpumput perustuvat lämmön hyödyntämiseen maaperästä, vedestä, ulko- tai sisäilmasta. Hyödynnetty lämpö muutetaan sähkökäyttöisen lämpöpumpun avulla riittävän korkeaan lämpötilaan, jotta sitä voidaan hyödyntää sekä rakennusten että käyttöveden lämmittämässä. (Pöyry Oy 2011) Lämpöpumppujen nimellislämpökertoimet, COP-arvot (*engl. Coefficient Of Performance*) kertovat, kuinka paljon lämpöä voidaan tuottaa yhtä lämpöpumppulaitteen kuluttamaa sähköyksikköä kohti. COP-arvo saadaan kun jaetaan tuotettu lämpöteho tarvitulla sähköteholla. NykYTEknikalla COP-arvoja on saatu viime vuosina kasvatettua erityisesti lämpöpumpuille sopivissa lämpötiloissa. Lämpöpumput mitoitetaan kuitenkin vain harvoin täysteholle. Investointikustannusten säästämiseksi lämpöpumpuista saatava lämpöenergia kattaakin usein vain noin 60 % tarvittavasta maksimilämmitystehosta. Kattamatta jäänyt lämpöenergia voidaan tuottaa esimerkiksi sähkövastuksilla. (Rinne, Syri 2013) Lämpöpumppujen COP-arvo laskee talvella pakkasen kiristyessä, joten eri lämpöpumpuille olisi hyvä ilmoittaa perinteisen COP-arvon lisäksi myös kausittainen nimellislämpökerroin eli SCOP (*engl. Seasonal Coefficient Of Performance*), joka kuvaa lämpöpumppujen vuosihyötysuhdetta. Eurooppa on jaettu kolmeen lämpötilavyöhykkeeseen, joista Pohjois-Euroopan, kuten Suomen ja Ruotsin, alueella lämpöpumpuille määritettä-

vät SCOP-arvot tulee laskea -15 °C lämpötilalle. Tätä kylmempiä talvipakkasia ei oteta laskennassa huomioon, eivätkä ne siten vaikuta SCOP-arvoon, jolloin todellinen vuosihyötysuhde voi olla matalampi kuin laskennallinen arvo. (Rasmussen 2011) Lämpöpumppuja voidaan käyttää lämmityksen lisäksi myös jäähdytykseen eli ne voivat olla hyödyllisiä myös kuumalla säällä.

Kaukolämpöverkon ulkopuolella lämpöpumput voivat olla hyvä ratkaisu vanhan öljylämmityksen tai sähkölämmityksen tilalle. Kuitenkin, jos niitä on kaukolämpöverkon alueella useita, vaikutus verkkoon voi olla negatiivinen. Jos lämpöpumppuja käytetään kaukolämmön lisäksi toisena lämmönlähteenä, kaukolämmön tarve keskimäärin vähentyy. Lämpöpumput lisäävät erityisesti kulutuksen vaihtelua, sillä suurimman osan ajasta lämpöpumput voivat tuottaa tarvittavan lämmitysenergian, mutta säätilan muuttuessa kylmemmäksi, niiden teho ei välttämättä enää riitä. Tehonpuutetta paikataan kaukolämmöllä ja riippuen säätilasta, kulutus voi vaihdella rajusti. Lisäksi riippuen minkälainen lämpöpumppu on kyseessä sekä sen kytkentätavasta, voi kaukolämmön paluuveden lämpötila kohota, mikä tuottaa ongelmia kaukolämpöjärjestelmälle. Erilaiset lämpöpumput lisäävät myös sähkön kulutuspiikkejä, joten ne voivat aiheuttaa ongelmia myös CHP-tuotannolle lisäämällä sähkönkulutusta vähentäen samalla lämmönkulutusta. (Rämä 2015)

Lämpöpumppujen lisäksi perinteisiä muita lämmitysmuotoja voivat olla esimerkiksi sähkölämmitys, puu- tai pellettilämmitys sekä öljylämmitys. Osa lämmönlähteistä esimerkiksi öljy- ja sähkölämmitys eivät ole välttämättä enää kustannustehokkaita uusien teknologioiden kehittyessä. Öljyn hinnannousun vuoksi öljylämmitys voi tulla kalliiksi, vaikka viime vuosina hinta on tosin pysytellytkin alhaisena. Sähkölämmityksen hinta on myös suoraan riippuvainen sähkön hinnasta, joten vaihtelut sähkönhinnassa heilauttelevat myös sähkölämmityksen kustannuksia. Öljylämmitys ja vesikiertoinen sähkölämmitys ovat yleisiä kohteita hybridilämmitysjärjestelmien hyödyntämiseen. Hybridilämmityksessä on huomioitava, että esimerkiksi aurinkolämpö tai UVLP eivät riitä yksinään kattamaan koko rakennuksen lämmöntarvetta. Tällöin vanhaa öljy- tai sähkölämmitystä tai vaihtoehtoisia muita lämmitysmuotoja voidaan käyttää huippukuorman aikana. (Energiateollisuus ry 2014) Kyseiset kohteet ovat otollisia myös kaukolämmölle, sillä ne ovat helppoja liittää kaukolämpöverkkoon, jos verkko on lähellä. Tällöin aikaisempaa vanhaa lämmöntuotantomuotoa ei tarvita ollenkaan ja voidaan siis poistaa kokonaan. Kaukolämmön helppouden ja toimitusvarmuuden vuoksi se on kilpailukykyinen ratkaisu verkon varrella lämmitysmuotoa vaihtaville tai valitseville rakennuksille. Lähivuosina öljy- ja sähkölämmitteisiä rakennuksia tulee tämän vuoksi varmasti liittymään kaukolämpöön. Kaasulämmitys rakennuksissa on samassa tilanteessa kuin öljylämmityskin, eli hinnat vaihtelevat rajusti polttoaineen hintojen mukaan. Kaasulla lämmitettäviä rakennuksia on kuitenkin hyvin vähän, vain kaasuputkiverkoston lähettyvillä. (Pöyry Oy 2011)

Yllä mainitut öljy- ja kaasulämmitykseen perustuvat lämmitysratkaisut ovat tulevaisuudessa varmasti vähentymässä niiden fossiilisten polttoaineiden käytön vuoksi. Sen sijaan uusiutu-

viin polttoaineisiin perustuvat pelletti- ja hakelämmitykset säilyttävät varmasti asemansa tulevaisuudessakin. Tällä hetkellä biopohjaisia polttoaineita käytetään varsin paljon rakennusten lämmityksessä ja niiden elinkaarikustannuksia tarkasteltaessa ne ovat usein kannattava lämmitysratkaisu. (Pöyry Oy 2011) Kuitenkin esimerkiksi juuri pellettilämmitys nähdään pikemminkin vanhan halkoihin tai muuhun vastaavaan polttoaineeseen perustuvan lämmitysjärjestelmän korvaajana, pellettien suuremman energiatiheyden ansiosta. Lisäksi erilaisen polttoaineiden polttaminen lämmitystä varten katsotaan enemmänkin maaseudulle, eikä niinkään kaupunkiympäristöön sopivaksi. (Angren, Arnoldsson 2014)

Useissa tilanteissa, jos kaukolämpö on saatavissa rakennukseen, se on kannattavinta liittää siihen. Kuten luvussa 2.2 on mainittu, kaukolämmöllä on runsaasti sekä taloudellisia että ympäristöllisiä hyötyjä. Kaukolämpöä pidetään ensinnäkin ympäristöystävällisenä, sillä sekä Suomessa että Ruotsissa sitä voidaan tuottaa energiatehokkaasti yhteistuotannossa ja käyttää tuotantoon uusiutuvia energialähteitä. Ruotsissa jopa yli puolet kaukolämmöstä tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä. (Svensk Fjärrvärme 2015a). Muihin kilpailijoihin nähden kaukolämpö voi saavuttaa tuotannossa korkeamman energiatehokkuuden sekä vähemmän päästöjä tuotettua energiamäärää kohden. Esimerkiksi sähköä käyttävissä lämmitysjärjestelmissä päästöjen muodostuminen riippuu sähköntuotantotavasta. Siten esimerkiksi lämpöpumppujärjestelmät voivat saavuttaa lämmöntuotannossaan korkeamman uusiutuvan energian suhteen, mutta lämpö voi toisaalta olla kokonaan esimerkiksi fossiilisella lauhdetuotannolla tehtyä. Biopolttoaineiden rakennuskohtainen käyttö on ympäristölle parempi kuin fossiilisten polttoaineiden, kuten öljyn, käyttö. Toisaalta rakennuskohtaisissa järjestelmissä ei saavuteta samaa tuotannon energiatehokkuutta kuin suurissa tuotantolaitoksissa. Tuotannon kannalta energiatehokkaampi tuotanto takaa myös ympäristölle paremman tuotannon.

Kaukolämmön kilpailuvalttina voidaan pitää myös sen toimitusvarmuutta ja helppoutta, kuten edellisissä luvuissa on tuotu esille. Kaukolämmössä lämpö toimitetaan asiakkaille kotiin eikä erillisiä polttoaineita tarvita. Kaukolämpöyritysten kannattaakin tulevaisuudessa hyödyntää mahdollisuutta tarjota asiakkailleen palveluita suoraan lämmöntoimittamisen yhteydessä. Vasta viime vuosina erilaiset palvelut, kuten huoltosopimukset ovat yleistyneet. Näitä erilaisia palveluita voidaan tulevaisuudessa kehittää vielä paljon kattavammiksi. Kokonaisvaltaiset palvelut ja kokonaisuudet ovat monella muullakin alalla lisääntyneet, joten kaukolämpöalan olisi hyvä päivittää myös palvelutarjontaansa. Viime kädessä kuitenkin hinnoittelu on asiakkaille varmasti tärkein tekijä kaukolämpöä valittaessa, joten kaukolämpöyritysten on hyvä kehittää myös hinnoittelua kilpailukykyisemmäksi ja houkuttelevammaksi. Kaukolämmön kilpailukykyisen hinnoittelun tavoitteena olisi, etteivät kustannukset ylittäisi vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen kustannuksia. Jos kustannukset kasvavat paljon suuremmiksi kaukolämmön kilpailukyky heikkenee. Kaukolämpöyritysten onkin hyvä seurata vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen kustannuksia asiakkaille, ja ottaa niiden kannattavuuslaskennat osaksi kaukolämpöjärjestelmän yleissuunnittelua ja myyntiä. (Energiateollisuus ry 2006a) Hinnoittelumallien kehittämisellä voidaan ratkaista useita ongelmia: muun muassa parantaa imagoa sekä lisätä alan kilpailukykyä.

3 Nykyinen kaukolämmön hinnoittelu

Kaukolämmön hinnoittelulle ei Suomessa eikä Ruotsissa ole tarkkaa regulaatiota. Hinnoittelun tulee kuitenkin olla kustannusvastaavaa, eikä hinnoittelu saa olla kohtuutonta. Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi, miten hinnoittelumallit muodostuvat ja minkälaisia hinnoittelumalleja on käytössä eri yrityksillä sekä Suomessa että Ruotsissa. Luvussa tuodaan esille myös hinnoittelua oikeaan suuntaan ohjaavia säädöksiä ja suosituksia. Luvussa esitellään erilaisia hinnoittelumalleja sekä Suomessa että Ruotsissa yleisellä tasolla. Suuri osa hinnoittelumalleja koskevista tiedoista onkin yritysten internet-sivuilta saaduista hinnoitteluinformaatioista. Tarkoituksena on esitellä, minkälaisia hinnoittelumalleja on tällä hetkellä käytössä sekä hinnoittelun muuttuvia trendejä.

3.1 Kaukolämmön hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä

Kaukolämmön hinnoitteluun liittyviin tekijöihin, kuten esimerkiksi asiakkaiden kohteluun, vaikuttaa suorien lakien ja säännösten ohella monet muut asiat. Laeilla ja suosituksilla ei selkeästi ohjata kaukolämmön hinnoittelua tai hintoja, sillä Suomessa kilpailulaki estää suorien ohjeiden tai suositusten antamisen näistä. (Sarvaranta et al. 2012) Kuten aiemmin on todettu, kaukolämpöyritysten voidaan katsoa olevan määräävässä markkina-asemassa ja muun muassa kilpailulaki (2011) määrää, etteivät yritykset saa väärinkäyttää asemaansa (Kilpailulaki 2011). Tämän vuoksi kaukolämpöyritysten on hyvä suunnitella tarkkaan hinnoittelumallinsa, jotta mahdollisilta väärinkäytöksiltä vältetään. Kaukolämmön hinnat vaihtelevat riippuen kaukolämpöyrityksestä, kaukolämpöverkon sijainnista sekä siitä, miten lämpö tuotetaan. Lisäksi kaukolämmön hinnoittelussa pyritään kilpailukykyisiin ratkaisuihin, jotta kaukolämpö säilyttäisi asemansa hyvänä, helppona ja suosittuna lämmitysmuotona. Asiakkaiden tyytyväisyys on varmasti yksi tärkeimmistä tekijöistä hinnoittelun kehittämisessä, ja heidän mielipiteensä pitääkin pyrkiä huomioimaan mahdollisimman hyvin. Tarkemmin asiakastyytyväisyyteen ja asiakkaiden huomion ottamiseen eri hinnoittelumalleissa perehdytään myöhemmin tämän diplomityön luvussa 4.

Kaukolämpöyrityksillä on tietenkin sisäisesti suuri vaikutus hinnoittelumalliinsa, ja yrityksen sisäiset valinnat ja tavoitteet voivat ohjata tätä. Yritykset voivat esimerkiksi kuulua tai tavoitella jäsenyyttä kaukolämmön laatumerkkijärjestelmään, jota suomessa kutsutaan Reilu kaukolämpö ja Ruotsissa Reko fjärrvärme -järjestelmäksi. Laatumerkin on Suomessa lanseerannut Energiateollisuus ry ja Ruotsissa Svensk Fjärrvärme AB. ET:n kaukolämpöyritysjäsenten kokonaislukumäärä on 120, joista 30 on mukana laatumerkkijärjestelmässä. Ruotsissa kaukolämpöalan taustayrityksellä, Svensk Fjärrvärme AB:lla on 139 jäsenyritystä, joista lähes puolet on mukana laatumerkkijärjestelmässä. (Energiateollisuus ry 2016d, Svensk Fjärrvärme 2016) Molemmissa laatumerkkijärjestelmissä kaukolämpöyrityksen ja asiakkaiden välisiä suhteita tarkkaillaan tiukemmin ja kaukolämpöyrityksiltä edellytetään enemmän panostusta erityisesti asiakkaisiin. Tämä voi esimerkiksi tarkoittaa asiakassuhteen parantamista asiakastapaamisilla tietyin väliajoin. Perustavoitteena laatumerkkijärjestelmissä on, että niihin kuuluvat kaukolämpöyritykset pyrkivät lisäämään kaukolämmön avoimuutta ja kehityshakuisuutta sekä parantamaan asiakkaiden luottamusta kaukolämpöön ja

kaukolämpöyrittäjien. Laatumerkkijärjestelmä vaatii lisäksi kaukolämpöyrittäjiltä monia muitakin panostuksia, kuten esimerkiksi sen, että kaukolämpö ja siihen liittyvät palvelut ovat tuotteistettu. Laatumerkkijärjestelmässä edellytetty asiakassuhteisiin panostaminen parantaa asiakkaiden kaukolämmön käyttökokemusta. Toisaalta erilaiset tapaamiset, raportit ja palvelut asiakkaille voivat tuoda myös lisäkustannuksia kaukolämpöyrittäjille. Tämä näkyy varmasti myös hinnoittelussa, mutta panostus on kuitenkin asiakkaille tärkeä ja parantaa muun muassa asiakastytyvääisyyttä. Lisääntyneen viestinnän johdosta asiakkaiden tietoisuus omasta kulutuksesta paranee, jolloin he voivat muuttaa kulutustottumuksiaan jopa kaukolämpöyrittäjälle suotuisammaksi. (Energiateollisuus ry 2016d, Svensk Fjärrvärme 2013)

Kaukolämmön hinnoittelussa itse hintatason määräävä komponentti on tuotanto- sekä muut kaukolämpöyrittäjien kustannukset. Tässä diplomityössä ei yksityiskohtaisesti perehdytä kaukolämmön tuotantokustannuksiin vaan pyritään esittelemään hinnoittelun muodostumista ja kehittymistä enemmän asiakkaan näkökulmasta. Kaukolämmön hinnoittelun tulee kuitenkin olla perusteiltaan riittävän kustannusvastaavaa (Energiateollisuus ry 2006a) Usein asiakkailta perityillä kiinteillä maksuilla pyritään kattamaan kaukolämpöyrittäjien kiinteitä kustannuksia, kuten verkon ylläpitoa, kun taas muuttuvilla maksuilla pyritään kattamaan tuotannosta syntyviä kustannuksia. Kuitenkaan usein näiden maksujen suhde ei kohtaa kaukolämmön tuotantorakenteen vastaavaa suhdetta. Usein suurempi osa perittävistä maksuista on energiankulutukseen perustuvia eli muuttuvia, mikä ei vastaa kaukolämpöyrittäjien kustannusrakennetta. (Rydén et al. 2013) Tämän työn luvussa 3.2.4 kerrotaan enemmän kaukolämmöstä perittävien maksujen suhteesta. Kuten ET:lle laaditussa tutkimuksessa (2012) todetaan, kustannusvastaava hinnoittelu parantaa muun muassa hintojen oikeellisuutta ja kaukolämmön kilpailukykyä. Lisäksi hinnoittelu saadaan asiakkaille selkeämmäksi ja yrittäjille kannattavamaksi. (Sarvaranta et al. 2012) Kustannusvastaavammalla hinnoittelulla voidaan vähentää kaukolämpöyrittäjien riskiä ja saada asiakkaille vakaampia hintoja (Stridsman et al. 2012). Kustannusvastaavuuden tavoittelussa pyritään hinnoittelun avulla mahdollisimman hyvin vastaamaan tuotantokustannuksiin, joihin sisältyy myös esimerkiksi erilliset verot sekä päästökaupasta syntyvät kustannukset. Muun muassa nämä ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat kaukolämmön hinnoittelumallien kehittämiseen.

Toimiessaan kaukolämpöalalla Suomessa kaukolämpöyrittäjien voidaan katsoa olevan määrävissä markkina-asemassa, joten kilpailuviranomainen valvoo tämän vuoksi yrittäjien hinnoittelua. Kuten kilpailulain 7 §:ssä todetaan, määrävissä markkina-asemaa voidaan eri tavoin väärinkäyttää, minkä vuoksi kilpailuviranomaisten on valvottava muun muassa kaukolämpöyrittäjien toimintaa. (Kilpailulaki 2011) Esimerkiksi kohtuuttoman korkeiden tai matalien hintojen asettaminen tai kohtuuttomien sopimusehtojen käyttäminen voidaan tulkita määrävissä markkina-aseman väärinkäytöksi (Asianajotoimisto Krogerus Oy 2014). Kaukolämmön asemasta ja kustannusvastaavuudesta on tehty jonkin verran selvityksiä kaukolämpöalalla. Vuonna 2009 Kilpailuvirasto aloitti laajemman selvityksen (2012) kaukolämmön hinnoittelun kohtuullisuuden selvittämiseksi Suomessa. Selvityksessä tutkittiin useiden kaukolämpöyrittäjien hinnoittelua, sen perusteita ja kohtuullisuutta. Tutkimus saatiin päätökseen

vuonna 2012. Selvityksen tuloksena mikään Suomen kymmenestä suurimmasta kaukolämpöyrityksestä ei tarkasteluvuosina 2004–2008 ollut hinnoitellut kaukolämpöä kohtuuttomasti eli kilpailunrajoituslain (nyk. kilpailulaki) vastaisesti. (Kilpailuvirasto 2012)

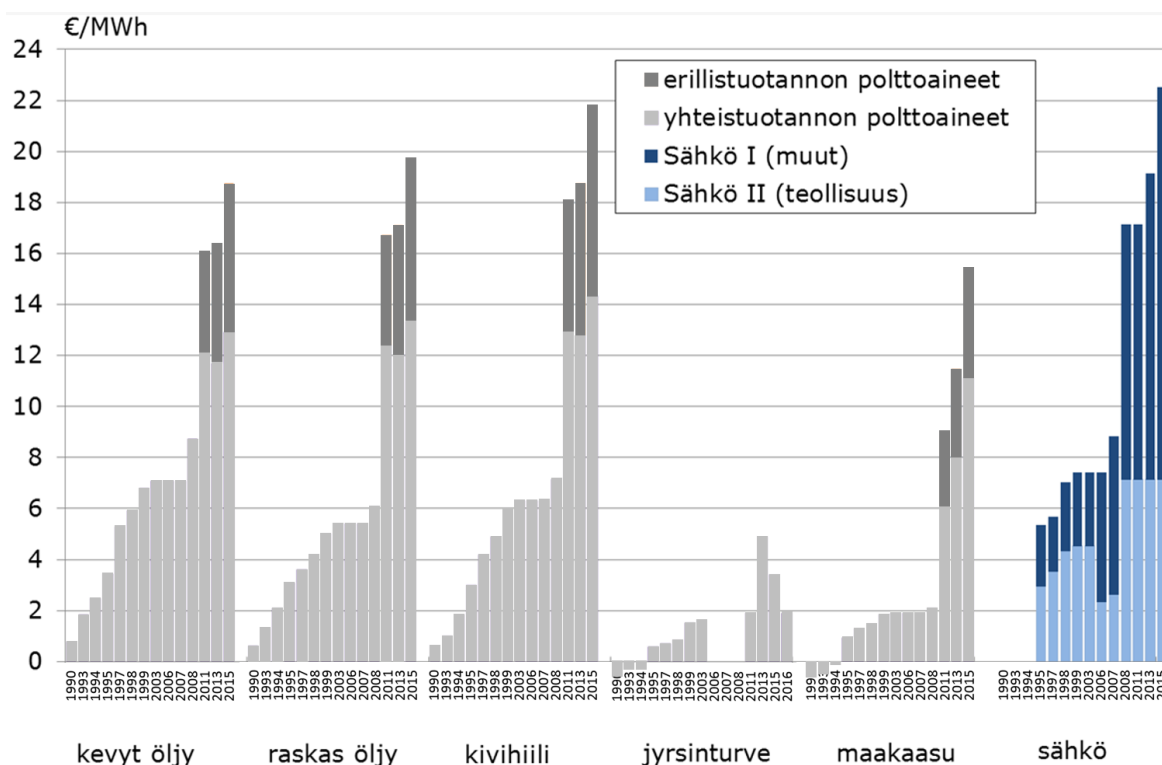
Hinnoittelulle on kohtuuttomuusrajoituksen lisäksi olemassa muitakin ohjaavia tekijöitä. Esimerkiksi hintasyrjintä eli samanlaisten asiakkaiden kohtelu eri tavalla, toisin sanoen poikkeavan hinnoittelun asettaminen samanlaisille asiakkaille, on kiellettyä. Menetelmät kulluttaja-asiakkaille ja elinkeinoharjoittajille ovat kuitenkin hieman eriävät, mikä on otettava huomioon hintasyrjintää tutkittaessa. Kilpailulain mukaan uskollisuus- ja tavoitealennukset voidaan myös tulkita yhdeksi väärinkäytön muodoksi. Uskollisuusalennuksilla pyritään saamaan asiakkaita keskittämään ostokset yhdelle määräävässä markkina-asemassa olevalle yritykselle. Tavoitealennus taas perustuu yrityksen tavoitteeseen saada yksittäiseltä asiakkaalta tietty tuotto, joka voi perustua esimerkiksi edellisen vuoden kulutukseen. Nämä ovat kaukolämpöalan lisäksi monella muulla alalla kiellettyjä. Myös saalistushinnoittelu ja pakettialennukset eli tuotteiden sitominen yhteen siten, että erikseen ostettuna ne olisivat kalliimmat, voidaan katsoa määräävän markkina-aseman väärinkäytöksi. Määräävässä markkina-asemassa oleva yritys ei myöskään saa kieltäytyä sopimuksen tekemisestä asiakkaan kanssa ilman asiallista syytä. Jos kaukolämpöyrityksen katsotaan olevan määräävässä markkina-asemassa, niin lämpösopimuksen tekemisestä ei voi tällöin kieltäytyä. Kieltäytymisen mahdollistavia syitä voivat kuitenkin olla esimerkiksi asiakkaan maksukyvyttömyys tai kapasiteetin puute. (Asianajotoimisto Krogerus Oy 2014)

Ruotsissa kaukolämpöalalle on voimassa oma laki, kun taas Suomessa kaukolämpöalaa koskevat lait ovat sisällytetty yleisiin lakeihin. Ruotsin kaukolämpölaki ei kuitenkaan määrittele tarkasti esimerkiksi hinnoitteluun liittyviä tekijöitä tai rajoita tuottovaatimusta millään tavalla. Laissa kuitenkin ilmoitetaan vähimmäisvaatimukset muun muassa lämpösopimuksen laatimiselle, hinnoitteluinformaatiolle sekä lämmöntoimituksen keskeytyksille. Laissa painotetaan erityisesti hyvää asiakasviestintää kullakin osa-alueella. Esimerkiksi asiakkaille kerrottavien hinnoittelutietojen on oltava selkeät ja oikeat. Hinnoittelua ei laissa kuitenkaan ohjeisteta tämän enempää, mutta sitä suunniteltaessa on otettava huomioon muun muassa asiakkaiden oikeudenmukainen kohtelu sekä hinnoittelun kohtuullisuus. Lisäksi laissa esitellään sopimusehtoja, jotka kaukolämpöyritysten on täytettävä. Sopimusehdoissa määritellään esimerkiksi laskutuksen toteuttamisen lisäksi sovittelumenetelmiä ongelmatilanteissa. (Fjärrvärmelag 2008) Suomessa vastaavat kaukolämmön sopimukseen ja käyttöön liittyvät ehdot on kirjattu ET:n suositukseen T1/2010 sopimusehdoista (Energiateollisuus ry 2010b). Lisäksi laissa on määritetty esimerkiksi, ettei toimituskeskeytyksiä saa pitää tarpeettomasti, eikä katkos saa kestää kauemmin kuin on tarpeellista. Lain avulla voidaan luoda selkeät raamit, joiden puitteissa kaukolämpöyritysten on toimittava vaikka suurta osaa alan toiminnasta ei säädeltäisikään. (Fjärrvärmelag 2008) Maakohtaisten lakien ja suositusten lisäksi kaukolämpöalaa ohjaa Suomessa ja Ruotsissa myös EU:n tasolta kohdistetut määräykset ja velvoitteet.

Erilaisten hinnoittelua suoraan ohjaavien ja rajoittavien tekijöiden lisäksi kaukolämmön hinnoittelua ohjaa muut epäsuorasti vaikuttavat tekijät. Esimerkiksi tiukentuvat rakennusmääräykset vaikuttavat varmasti lämmönkulutukseen, joten ne on otettava huomioon kaukolämmön tuotannon lisäksi myös sen hinnoittelussa. Uuden rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (*Energy Performance of the Buildings Directive, EPBD*) mukaan uudisrakennusten tulee täyttää lähes nollaenergiarakennusten kriteerit vuodesta 2021 alkaen. Julkisten rakennusten kohdalla kriteerit tulee täyttää jo vuoden 2019 alusta lähtien. Kaukolämpö on näissä rakennuksissa edelleen suositeltava vaihtoehto, jos se tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä. (EU direktiivi 2010, Klobut et al. 2014). Kyseiset energiatehokkuusdirektiivit tulevat voimaan jo hyvin pian, ja tällä hetkellä lähes nollaenergiarakentaminen on osoittautunut hyvin haasteelliseksi. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskukseen (ARA) teettämän tutkimuksen (2016) mukaan vain noin kolmasosa passiivi- ja nollaenergiataloista saavuttivat vuonna 2015 niille asetetut kulutustavoitteet. Tutkimuksessa selvitettiin vuosina 2011–2014 valmistuneita nollaenergia- ja passiivikohteita, joissa ARA on ollut mukana. Tutkimuksessa havaittiin, ettei suunnitteluarvoja ole helppo saavuttaa. Rakentamiseen ja suunnitteluun on siis todella panostettava, jotta rakennusten energiatehokkuusdirektiivi voidaan täyttää. (Aatsalo 2016) Tämä voi vaikuttaa kaukolämmön asemaan lämmönlähteenä sekä sitä kautta sen hinnoitteluun. Uusia innovaatioita lähes nollaenergiarakennuksille on kaukolämmönkin parissa tutkittu, mutta näitä esitellään enemmän myöhemmin tämän diplomityön luvussa 4.3.

Säät ja vuodenaikojen vaihtelut vaikuttavat luonnollisesti kaukolämmön hintaan, mutta ne voivat vaikuttaa myös hinnoitteluun, kun haetaan mahdollisimman kustannusvastaavaa mallia. Kaukolämpöyritysten kustannukset jakautuvat karkeasti sen mukaan, kuinka paljon lämpöä tuotetaan. Huippukuormiin vastaaminen on kaukolämpöyrityksille kuitenkin kalleinta, sillä huipputuotantoon käytetään usein peruskuormaa kalliimpia polttoaineita ja tuotantomuotoja. Lisäksi kysynnän raju vaihtelu tuo paineita tuotantoon, ja samasta syystä syntyvien kulutuspiikkien muodostuminen kasvattaa kaukolämmön tuotantokustannuksia. Kun hinnoittelussa pyritään kustannusvastaavuuteen, kalliimmat tuotantokustannukset näkyvät siten myös kaukolämmön hinnassa. Jotta kustannusvastaavuus voitaisiin ottaa mahdollisimman hyvin huomioon hinnoittelussa, tulisi hinnoittelun seurata tuotantokustannuksia eli siirtyä esimerkiksi enemmän kausipainotteiseen hinnoitteluun. (Sarvaranta et al. 2012) Tuotantoon valitut pääpolttoaineet määräävät suurelta osin tuotannon kustannuksia ja siten valinta vaikuttaa myös kaukolämmön hintaan. Toisaalta säät voivat vaikuttaa myös polttoaineen valintaan, mikäli tuotannossa on vaihtoehtoja, ja siten kaukolämmön hintaan. (Energimarknadsinspektionen 2016)

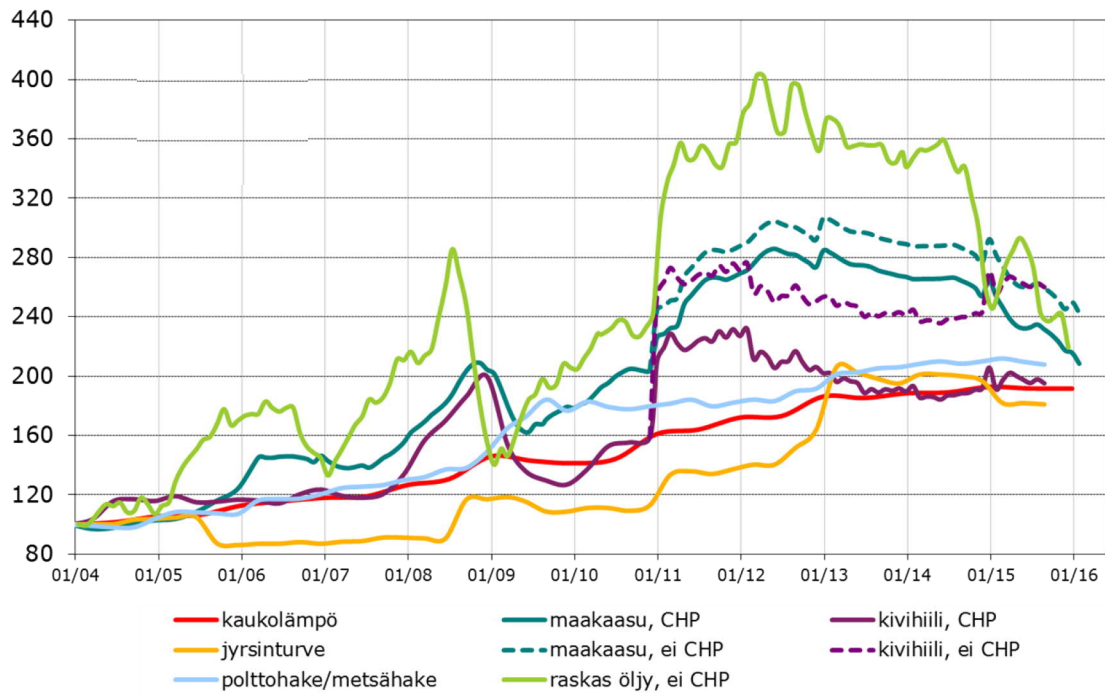
Erityisesti polttoaineen hinta ja siihen vaikuttavat tekijät, kuten verotus heijastuu kaukolämmön kuluttajahinnoissa (Energimarknadsinspektionen 2016). Energiaveron kehitystä Suomessa on esitetty kuvassa 3, josta näkee yleisten kaukolämmöntuotannossa käytettyjen polttoaineiden verotuksen kehittymisen vuosina 1990–2015. Kuvasta 3 voidaan nähdä verotuksen kiristymisen erityisesti vuosien 2008 ja 2011 välissä, jolloin myös kaukolämmön hinta on kasvanut. (Energiateollisuus ry 2015a)



Kuva 3. Energiaverojen kehitys vuosina 1990–2015. Kaaviossa on esitetty kaukolämmön tuotannon polttoaineet sekä sähkön kulutusvero. (Energiateollisuus ry 2015a)

Suomessa energiaverotuksen kiristyminen 2010-luvun vaihteessa johtui ensisijaisesti valtion budjettiin syntyneiden tulonmenetysten paikkaamisesta. Lisäksi muun muassa kiristyneet päästötavoitteet, kuten EU:n 20-20-20-tavoitteet, kasvattivat omalta osaltaan verotusta. (Rantakokko 2010)

Kuvassa 4 on esitetty kaukolämmön polttoaineiden hintakehitystä samassa kuvaajassa kaukolämmön hinnan kanssa. Kuten voidaan havaita, kuvassa 3 esitetty polttoaineiden verotuksen kiristäminen näkyy kuvassa 4 kiihtyneenä kaukolämmön hinnan kasvuna. Polttoaineen verotus vaikuttaa tosin enemmän suoraan kaukolämmön hintaan kuin hinnoittelurakenteeseen ja -malleihin. Käytettävän polttoaineen verotuksen kehitys on kuitenkin otettava huomioon kaukolämmön hinnoittelun suunnittelussa. Polttoaineen hinnan lisäksi erilaiset ulkopuoliset säätelymenetelmät vaikuttavat myös kaukolämmön hintaan. Tällainen tekijä on esimerkiksi päästökauppa, joka pitkän tähtäimen suunnitelmissa voi vaikuttaa paljonkin kaukolämmön hinnan muodostumiseen. Vuodesta 2013 lähtien vuoteen 2027 kaukolämmön ilmaisia päästöoikeuksia vähennetään, eikä niitä enää vuoden 2027 jälkeen myönnetä ollenkaan. (Pöyry Oy 2011)

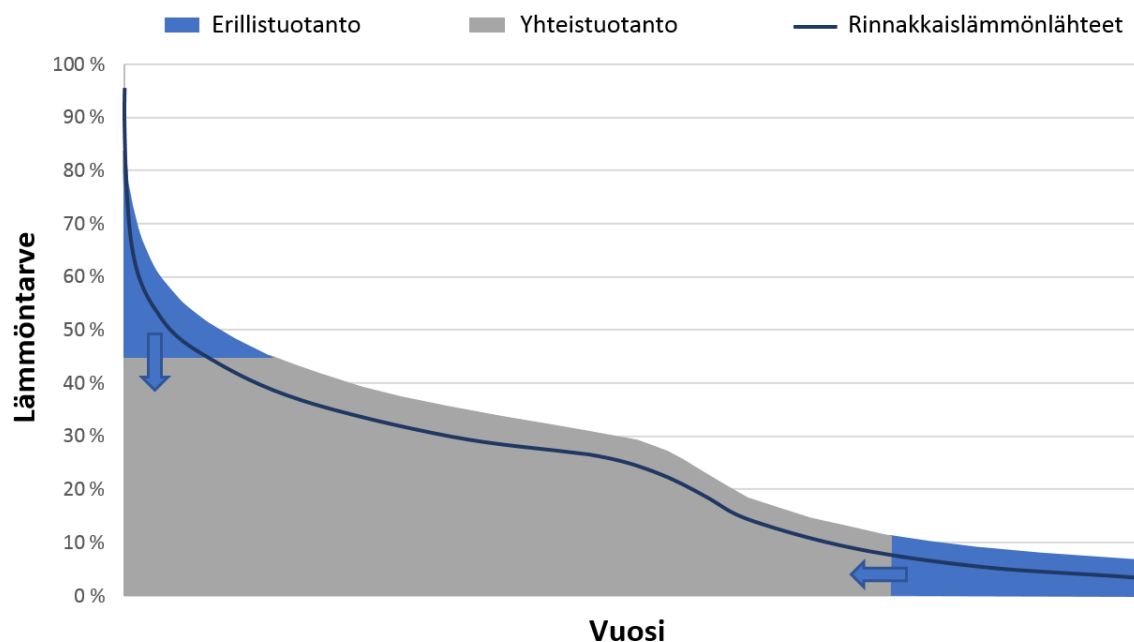


Kuva 4. Kaukolämmön ja lämmön tuotannon polttoaineiden hintojen kehittyminen vuosina 2004–2016 (indeksi, tammikuu 2004 = 100). (Energiateollisuus ry 2015a)

Päästökaupan piiriin kuulumisen lisäksi polttoaineiden poliittinen arvotus vaikuttaa muun muassa niiden verotukseen ja käyttöön sekä sitä kautta myös kaukolämmön tuotantokustannuksiin ja hinnoitteluun. Esimerkiksi viime vuosina on käyty paljon keskustelua bioenergian täydestä hiilineutraaliudesta. Bioperäiset CO₂- ja muut päästöt jäävät ilmakehään kuten fossiilistenkin polttoaineiden päästöt, mutta biopolttoaineiden uusiutuminen imee päästöjä takaisin ilmakehästä. Toisaalta biomassan takaisinkasvu poistaa CO₂-päästöjä vain viiveellä, jopa vasta kymmenien vuosien päästä. Nykyisissä päästötavoitteissa bioenergia katsotaan hiilineutraaliksi, mutta käsittely voi muuttua tulevien vuosien tai vuosikymmenten aikana. Tämän kaltaiset keskustelut ja polttoaineisiin liittyvä politiikka voivat vaikuttaa kaukolämmön tuotannon kautta myös kaukolämmön hintaan. (Ekholm 2014)

Kaukolämmön hinnoitteluun vaikuttavana tekijänä voidaan myös pitää asiakkaiden mahdollisia muita lämmitysmuotoja. Lämmitystapaa, jossa lämmitysmuotoja on kaksi tai useampi, kutsutaan hybridilämmityksi. Hybridilämmityksessä asiakkaiden lämmöntarvetta ei kateta ainoastaan yhdellä lämmitysmuodolla, esimerkiksi kaukolämmöllä, vaan tarpeen kattamiseksi lämmitysmuotoja valitaan useampia. Hybridilämmittäjien, joiden lämmöntarve katetaan vain osin kaukolämmöllä, kulutus poikkeaa tavallisten asiakkaiden kulutuksesta niin, että se voi vaikuttaa jopa kaukolämpöjärjestelmän toimintaan. Jos vaikutukset kaukolämmön toimintaan ovat negatiivisia, on hinnoittelussa syytä ottaa erikseen huomioon hybridilämmittäjät. Jos hybridilämmittäjien toiminta ei vaikuta kaukolämpöverkon toimintaan, esimerkiksi paluuvien lämpötilan kohoamisella, on pohdittava tarkkaan, onko hinnoittelussa perusteltua syytä ottaa hybridilämmittäjät huomioon vai ei. Hybridilämmityksessä päälämmitysmuoto mitoitetaan vain harvoin täydelle teholle investointikustannusten suuruuden

vuoksi. Jos kaukolämpö toimii hybridilämmityksessä yhtenä lämmitysmuotona, sen kulutus painottuu usein talven huippukulutusaikaan, kun muut lämmitysmuodot eivät riitä kattamaan lämmöntarvetta. (Rämä 2015) Kaukolämmön tuotantokustannukset ovat talvella huippupakastusten aikana usein korkeammat, sillä varalämpökeskukset joudutaan käynnistämään. Tällöin huippukulutusaikaan kulutettu lämpö on kalliimpaa tuottaa, mutta ei vaikuta välttämättä asiakkaan kaukolämmön hintaan. Alla olevassa kuvassa 5 on kuvattu kaukolämmön pysyvyyskäyrä ja tuotantorakenne. Jos hybridilämmittäjien määrä kaukolämpöverkossa kasvaa runsaasti, kokonaiskulutus voi laskea kuvassa 5 olevan alemman kulutuksen tasolle, jossa rinnakkaislämmönlähteet on otettu huomioon. Lisäksi erillistuotannon määrä voi kasvaa lämmöntarpeen ajallisen muutoksen johdosta. Tämä taas vähentää energiatehokkaamman yhteistuotannon hyödyntämistä. Erillistuotannon lisääntymistä on kuvattu kuvassa 5 näkyvillä nuolilla. (Rämä 2015)

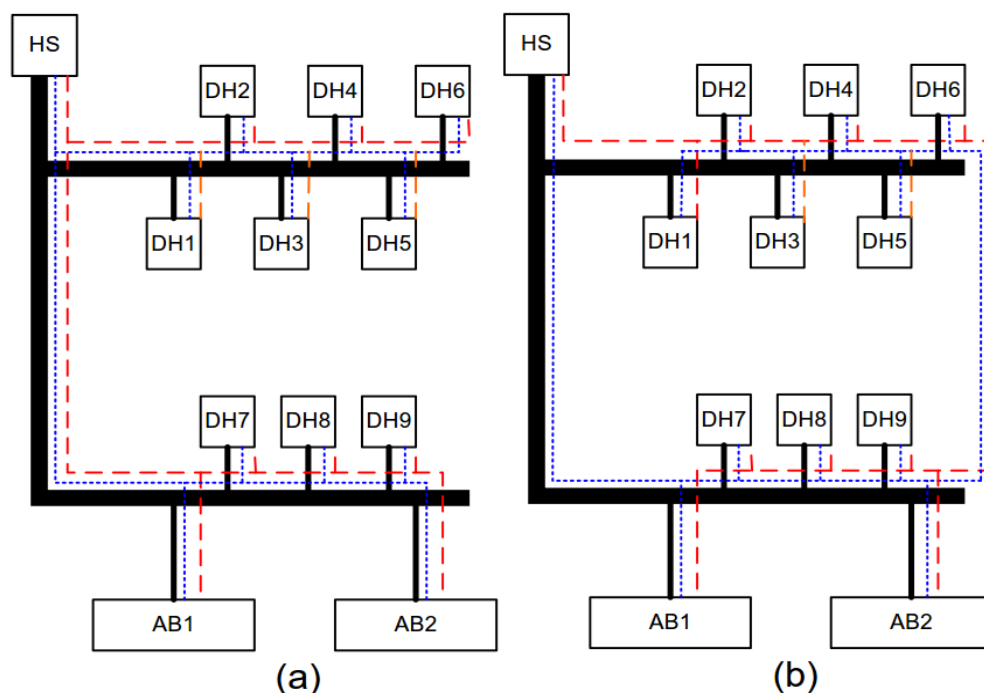


Kuva 5. Tuotantomuotojen osuudet pysyvyyskäyrässä esitettynä sekä rinnakkaislämmönlähteiden aiheuttama muutos tuotantoon ja kulutukseen. (Rämä 2015)

Itse hinnoittelu voi myös johtaa tarpeeseen muuttaa hinnoittelua. Hinnoittelu voi esimerkiksi vaikuttaa asiakkaiden kulutukseen, ja usein hinnoittelulla pyritäänkin tähän. Esimerkiksi jos kaukolämmön hinnoittelua muutetaan siten, että se kannustaa vähentämään huippukulutusta ja erityisesti kulutuspiikkejä, se vähentää myös kaukolämmön tuotannon kustannuksia. Kun kalliita huipputeholaitoksia ei tarvitse käynnistää, voidaan tuotannon kustannuksien laskun vuoksi pienentää myös kuluttajahintoja. Asiakkaiden kulutusmuutoksen vaikutus kaukolämpöjärjestelmään vaihtelee kuitenkin paljon riippuen asiakastyypistä. Luonnollisesti pienen omakotitalon kulutuksen muutos ei vaikuta järjestelmään yhtä paljon kuin suurten asiakkaiden kulutusmuutos. Kaukolämpöyritysten kannattaa siis kannustaa voimakkaimmin suuria ja järjestelmän kannalta merkittäviä asiakkaita kiinnittämään huomiota kulutukseensa.

Kaukolämpöverkon rakenne vaikuttaa myös tuotantokustannuksiin. Kuten aiemmin on todettu, tuotantokustannusten vaihtelu pitäisi näkyä suoraan myös kuluttajahinnoissa. Erilaiset kaukolämpöverkon rakenteet, kuten sen fyysinen muoto, voivat vaikuttaa esimerkiksi pumpauskustannuksiin. Tutkimalla tarkemmin verkon rakennetta ja parantamalla sen toimintaa, voidaan saavuttaa erikokoisia säästöjä. Uusilla innovaatioilla esimerkiksi verkon rakenteen suhteen voidaan saavuttaa energiatehokkaampia ratkaisuja. Vaikka useista innovaatioista on kuitenkin vain vähän käytännön kokemuksia, niiden potentiaali on kuitenkin hyvin korkea. Esimerkiksi matalalämpöisillä kaukolämpöverkoilla, joiden tutkimiseen panostetaan paljon myös kansainvälisesti, voidaan saavuttaa korkeampi energiatehokkuus. (Klobut et al. 2014)

Matalan energiatason kaukolämmöllä eli matalalämpötilaisilla kaukolämpöverkoilla voidaan muun muassa vähentää lämpöhäviöitä verkostossa. Lisäksi voidaan säästää materiaalikustannuksissa, mikä vaikuttaa investointien suuruuteen. Lisäksi hukkalämmön hyödyntäminen on helpompaa, kun hyödynnettävän lämmön ei tarvitse olla niin korkeassa lämpötilassa. Tutkimuksen (2014) mukaan, matalalämpötilaista kaukolämpöverkkoa voisi hyödyntää myös rengasverkkoperiaatteessa. (Laajalehto et al. 2014) Rengasverkon periaate on esitetty kuvassa 6 oikealla puolella kohdassa (b). Rengasverkoissa verkon rakenne eroaa perinteisen kaukolämpöverkon rakenteesta siten, etteivät meno- ja paluulinjat jatku koko verkon läpi. Paluulinja lähtee vasta ensimmäiseltä kuluttajalta ja menolinja päättyy viimeisen kuluttajan kohdalla. Kuvassa 6 on esitetty tämä ero perinteiseen verkkoon, kohtaan (a) verrattuna.



Kuva 6. (a) Perinteinen kaukolämpöverkon suunnitteluperiaate ja (b) uuden rengasverkon suunnitteluperiaate. Punaiset katkoviivat (---) ovat kaukolämpöveden menolinjoja ja siniset pisteviivat (....) kaukolämpöveden paluulinjoja. Kuvassa HS tarkoittaa lämpökeskusta ja DH:t ja AB:t erikokoisia asiakkaita. (Laajalehto et al. 2014)

Tutkimuksessa (2014) vertailtiin matalalämpöistä kaukolämpöverkkoa, jossa menolämpötila oli vähintään 50 °C, sekä saman lämpötilatason rengasverkkoa. Näin matalalämpötilaisen kaukolämpöverkon lämpimän käyttöveden vähimmäislämpötila oli asetettu 45 °C:een. Tuloksissa rengasverkon lämpöhäviöt olivat pienemmät kuin perinteisen mallisella verkolla. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin massavirtasäädön vaikutusta kaukolämpöverkon toimintaan. Massavirrantsäätöpumpuilla saavutettiin asiakaslaitteissa pienempi painehäviö sekä suurempi jäähtymä, joka johtaa edelleen pienempiin painehäviöihin verkossa. Tutkimuksessa painehäviöiden pienenemisellä saavutettiin 49,2 % pumppauskustannusten lasku. Toisaalta, jos vertaa vähentyneitä pumppauskustannuksia kokonaislämpöenergian kulutukseen verkossa, vähennys on vain noin 0,2 %. (Laajalehto et al. 2014) Rengasverkkojen ongelmana voi tosin olla uusien asiakkaiden liittäminen kaukolämpöön, sillä verkon rengasmallin vuoksi, sen laajentaminen voi olla haasteellista. Usein tavoitteena on pyrkiä laajentamaan kaukolämpöverkkoja, jotta asiakaskuntaa saataisiin lisättyä.

Muita vaikutuksia kaukolämmön hintaan ja hinnoitteluun ovat muun muassa

- kaukolämmitysjärjestelmän koko
- tuotantolaitoksen ikä ja sijainti
- verkon rakenne ja ikä
- investointien tehokkuus.

Suuremmassa kaukolämpöjärjestelmässä lämpö voidaan tuottaa energiatehokkaasti CHP-laitoksessa, mutta pienemmissä verkoissa tuotanto toteutetaan usein erillistuotantolaitoksissa. Yhteistuotannossa kaukolämmön hintaan vaikuttaa muun muassa käytetyn polttoaineen lisäksi kustannusten jakaminen sähkön- ja lämmöntuotannon välillä. Kustannusten jakamisessa on otettava huomioon sekä kiinteät että muuttuvat kustannukset. Muuttuvien kustannusten jakaminen voi olla helppoa esimerkiksi energiavirtojen avulla. Kiinteisiin kustannuksiin otetaan huomioon käyttö- ja investointikustannukset esimerkiksi tuotantolaitteisto, joka on osin sama molemmissa, mikä vaikeuttaa kustannusten jakoa. Lisäksi laitoksen ikä voi vaikuttaa sen energiatehokkuuteen, mikä vaikuttaa myös lämmöntuotannon kustannuksiin. Kaukolämpöverkon ikä vaikuttaa laitoksen iän tavoin kaukolämmön energiatehokkuuteen. (Energiateollisuus ry 2016b) Verkon rakenne vaihtelee jokaisessa kaukolämpöverkossa ja riippuen siitä, kuinka suuri kulutuksen lämpötiheys on, se vaikuttaa erityisesti verkoston lämpöhäviöihin. Lämmöntuotantolaitosten sijainnit verkon varrella vaikuttaa myös verkon energia- ja kustannustehokkuuteen. Jos verkossa on esimerkiksi sekä CHP-laitos että erillistuotantoa, huippukuormalaitos on kannattavinta sijoittaa tutkimuksen (2015) mukaan joko CHP-laitoksen välittömään läheisyyteen tai mahdollisimman kauas siitä. Sähkön hinta on yksi päätekijöistä huippukuormalaitoksen sijainnissa, sillä CHP-laitoksen lähellä on mahdollista käyttää halvempaa omakäyttösähköä myös erillistuotannolle. Toisaalta jos sähkön hinnalla ei ole eroa, kannattaa huippukuormalaitos sijoittaa kauas CHP-laitoksesta paremman energia- ja kustannustehokkuuden saavuttamiseksi. Laitosten sijoittaminen kauas toisistaan parantaa myös kaukolämmön toimitusvarmuutta. (Wang et al. 2015) Yleisesti tuo-

tantoon vaikuttavat tekijät voivat muuttaa myös kaukolämmön hintaa, sillä vaatimus kaukolämmön hinnoittelun kustannusvastaavuudesta sitoo tuotantokustannukset läheisesti kuluttajahintoihin. Muita kaukolämmöntuotantoon ulkoisesti vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kunnalliset päätökset, kuinka kaukolämpö otetaan huomioon esimerkiksi kaavoituksessa, sekä valtakunnallinen energiapolitiikka. (Energimarknadsinspektionen 2016)

3.2 Perinteinen hinnoittelumalli

Kaukolämmön hinnoittelu on pysynyt hyvin pitkään samanlaisena ja muuttunut radikaalimmin vasta viime vuosina. Perinteisesti kaukolämmön hinnoittelu on jaettu liittymismaksuun, joka maksetaan kaukolämpöön liittyttäessä, sekä kulutuksen aikaisiin kiinteisiin ja muuttuviin maksuihin. Suomessa kaukolämpöön liittyneet asiakkaat maksavat perinteisesti teho- eli perusmaksua sekä energiamaksua. (Energiateollisuus ry 2006a) Ruotsissa hinnoittelu on jakautunut myös kiinteään ja muuttuvaan maksuun ja usein asiakkaiden maksamat kiinteät maksut jaetaan vielä kahdeksi erilliseksi maksuksi. Varsinainen kiinteä maksu – Fastpris perustuu asiakkaan vuotuiseseen kulutukseen, eli muuttuu vuosittain sen mukaan kuinka paljon asiakas kuluttaa. Kiinteän maksun toinen osa on niin kutsuttu tehomaksu – Effektpris, joka lasketaan tavallisesti jakamalla vuosikulutus asiakastyypin perustuvalla kategorialuvulla – Kategorital. Nämä kiinteät maksut vaihtelevat kaukolämpöyritysten välillä ja asiakastyypeittäin. (Stridsman et al. 2012) Lisäksi molemmissa maissa voidaan periä myös erityistä vesivirta- tai jäähtymämaksua. Perinteisessä hinnoittelumallissa hinnat tarkistetaan tietyn väliajoin, esimerkiksi vuosittain tai neljännesvuosittain. Tällöin tarkastetaan ja päivitetään esimerkiksi indeksit, jos kaukolämmön hinta on sidottu niihin. Molemmissa maissa kaukolämmön kulutuksesta on laskutettava vähintään neljä kertaa vuodessa, mutta käytännössä kaikki kaukolämpöyritykset laskuttavat tavallisia kaukolämpöasiakkaita kuukausittain.

Tässä luvussa käydään läpi yleisimmät maksut, joita kaukolämmöstä on perinteisesti peritty. Uudempia hinnoittelumalleja esitellään luvussa 3.4. Lisäksi tässä luvussa käydään läpi hinnoittelun perusteena olevia komponentteja, teho ja vesivirta. Lisäksi esitellään vaihtoehtoisia hinnoitteluperusteita, kuten rakennustilavuus, jotka suunnataan usein erityyppisille asiakkaille tai osalle asiakassegmentistä.

3.2.1 Liittymismaksu

Liittymismaksu peritään kun uusi asiakas liittyy kaukolämpöverkkoon. Liittymismaksu on sekä Suomessa että Ruotsissa yleisin tapa kattaa kaukolämpöön liittyminen. Maksu kattaa pääosan kaukolämpöliittymän investointien pääomakustannuksista. Suomessa liittymismaksu maksetaan usein heti verkkoon liittyttäessä ja sen suuruus on sidottu usein sopimusvesivirran tai -tehon suuruuteen. (Energiateollisuus ry 2006a) Liittymismaksu maksetaan yrityksestä riippuen kaukolämpöverkkoon liittyttäessä joko yhdessä tai kahdessa erässä (Energiateollisuus ry 2006a). Jotkin kaukolämpöyritykset tarjoavat rahoitusapua liittymismaksuun. Tällöin kyseiselle maksulle voidaan tarjota esimerkiksi korollinen osamaksuaika, esimerkiksi 36 kk ajalle (Wiitaseudun Energia Oy 2016).

Liittymismaksuun ei perinteisesti sisälly lämmönjakokeskusta, mutta kaukolämpöyrityksen omistuksessa oleva mittauskeskus sisällytetään investointiin. Perinteisesti asiakkaat siis omistavat itse kaukolämmönjakokeskuksen. (Energiateollisuus ry 2006a) Kuitenkaan asiakkaat eivät välttämättä tiedosta omistavansa lämmönjakokeskusta, ja tämän vuoksi heille syntyy usein harhakäsitys, että lämmönjakokeskus kokonaisuudessaan kuuluisi liittymismaksuun. Asiaa verrataan usein muiden lämmitysmenetelmien asentamiseen, esimerkiksi lämpöpumppuihin, joiden investointikustannuksiin kuuluu sekä lämpö että laitteistot sen käyttämiseen. Väärinkäsityksiä voidaan välttää riittävällä asiakasviestinnällä. Nykyään useimmat kaukolämpöyritykset tarjoavat sekä liittämisen kaukolämpöverkkoon että lämmönjakokeskuksen hankkimisen tai ohjeistavat asiakkaita sen hankinnassa. Yrityksiä, jotka eivät tarjoa asiakkailleen minkäänlaista konsultaatioapua lämmönjakokeskuksen hankinnassa, on nykyään hyvin vähän. Oikeanlaiset ja oikein asennetut laitteet ovat myös kaukolämpöyrityksen tavoite, jotta kaukolämpöverkko toimisi kokonaisuudessaan mahdollisimman hyvin. Hyvin toimiva verkko on sekä asiakkaiden että kaukolämpöyrityksen etu. (Wirén 2005)

Suomessa liittymismaksu voi olla palautuskelpoinen, ja kaukolämpöyritykset voivat määrittää vapaasti perivätkö palautuskelpoista liittymismaksua vai eivät. Palautuskelpoisesta liittymismaksusta ei makseta arvonnäköveroä, joten siitä ei voi hakea kotitalousvähennystä. Palautuskelpoinen liittymismaksu voidaan lämmöntoimituksen loppuessa ja lämpösopimuksen rautessa palauttaa asiakkaalle liittymän purkutöistä mahdollisesti aiheutuvia kustannuksia lukuun ottamatta. Jos liittymismaksu ei ole palautuskelpoinen, siitä tulee maksaa arvonnäköveroä. Tällöin liittymismaksuun voidaan hakea myös kotitalousvähennystä mikäli kotitalousvähennyksen muut edellytykset täyttyvät. (Verohallinto 2016)

Asiakkaalta voidaan liittymisen yhteydessä periä myös erillinen johtomaksu, jos kytkentäjohtojen pituus ylittää liittymismaksuun kuuluvan osuuden (Sarvaranta et al. 2012). Esimerkiksi Ruotsissa useissa kaukolämpöyrityksissä peritään yrityksestä riippuen ylimääräinen johtomaksu, jos asiakkaan kytkentäjohto ylittää esimerkiksi 20 metriä. Myös Suomessa liittymismaksuun sisältyvän tonttijohtojen pituus vaihtelee riippuen kaukolämpöyrityksestä, ja useimmiten siihen sisältyy tyypillisimmin 10–25 metrin pituinen kytkentäjohto. Vaikka Suomessa useilla kaukolämpöyrityksillä tietyn mittainen tonttijohto sisällytetään liittymismaksuun, niin osalla yrityksistä se on eriytetty liittymismaksusta. Tällöin liittymismaksun lisäksi peritään kytkentäjohtosta erillistä johtomaksua, €/m. Liittymismaksun suuruus määräytyy siten portaittaisesti kytkentäjohtojen pituudesta. (Nuorkivi, Kalkum 2009) Liittymismaksun suuruus voi vaihdella paljon kaukolämpöyritysten välillä riippuen yritysten muusta hinnoittelusta ja investointipolitiikasta. Jotkin yritykset voivat periä ainoastaan liittymisjohtojen hinnan, vaikka siirtolinjaa olisi rakennettava paljon pidemmälle. Joissain yrityksissä asiakkailta peritään kokonaisuudessaan uuden rakennettavan johdon pituus, mutta tällöin se voidaan huomioida myöhemmässä hinnoittelussa. Lämmöntoimittajalla on oikeus periä lisäliittymismaksu, jos lämmönluovutuspaikkaa muutetaan ja johtorakennetta joudutaan sen vuoksi pidentämään. (Energiateollisuus ry 2006a) Lisäliittymismaksu voidaan periä myös jos sopimustehoa tai -vesivirtaa muutetaan. Tämä käydään läpi tarkemmin luvussa 3.2.6.

Monella kaukolämpöyrityksellä on liittymismaksulle erilaisia tariffeja. Muun muassa pientaloille suunnatut liittymistariffit, joissa liittymismaksu on samansuuruinen riippumatta liittymän tarkasta koosta, ovat erittäin yleisiä. Lisäksi Ruotsissa monella kaukolämpöyrityksellä on erilaisia vaihtoehtoja, joissa asiakkaalla on mahdollisuus ostaa liittymismaksullaan lämmönjakokeskus joko kokonaan tai vain osaksi itselleen. Näin ollen liittymismaksun suuruus ja myöhemmin jatkuva lämmönhinnoittelu voi riippua asiakkaan tekemästä valinnasta. (Wirén 2005) Kaukolämpöliittymän vuokraaminen, eli liittymän maksaminen vähitellen lämmönkulutuksen yhteydessä, on yleistynyt Ruotsissa. Tällaisessa tapauksessa asiakas ei maksa liittymismaksua vaan kuukausittaista vuokraa, joka kattaa liittymän investointikustannuksia. Kaukolämpölaitteiston tai -liittymän vuokrauksessa asiakkaan on usein sitouduttava vuokraussopimukseen tietyn pituiseksi ajaksi, esimerkiksi 5 vuodeksi. Joissakin tapauksissa liittyttäessä kaukolämpöön voidaan maksaa alennettu liittymismaksu, jolloin loput investoinnista maksetaan, kuten vuokrattavassakin lämpöliittymässä, lämmöntoimituksen ohella. Suomessa kaukolämpöyritykset eivät tarjoa liittymien vuokraamista, vaan pääsääntöisesti asiakkaalta peritään liittymismaksu kaukolämpöön liittyttäessä. Usein kaukolämpöyritykset sekä Suomessa että Ruotsissa tarjoavat ammattitaitoaan kaukolämpöliittymän rakentamisessa. Nykyään vain harvat kaukolämpöyritykset jättävät esimerkiksi kaivuutyön ja maantäytön asiakkaan hoidettavaksi, mikäli kyseessä ei ole uudisrakennus, jossa maanmuokkausta tehdään muutenkin. Useat yritykset tarjoavat tavallisen liittymän rakentamisen lisäksi esimerkiksi kaivuutyön viimeistelyn, kuten nurmikon asetuksen tai asfaltoinnin. Kehityksen selkeä suunta on helpottaa asiakkaiden liittymistä kaukolämpöön, minkä vuoksi kaukolämpöyritykset tarjoavatkin erilaisia palveluita liittymisen yhteydessä.

3.2.2 Tehomaksu

Usein kiinteänä maksuna pidetty tehomaksu on yksi kolmesta kaukolämmön perinteisen hinnoittelumallin maksukomponenteista. Tehomaksua kutsuttiin aikaisemmin perusmaksuksi, mutta nykyään yhä yleisempää on käyttää tehomaksu -määritelmää. Tehomaksulla katetaan lämmön tuotantolaitosten ja kaukolämpöverkon rakentamisen ja ylläpidon sekä hallinnon kustannuksia. Lisäksi huolto- ja kunnossapitotehtävät kuuluvat verkon ylläpidon kustannuksiin ja pyritään siten kattamaan tehomaksulla. (Energiateollisuus ry 2011) Edellä mainitut kustannukset ovat usein kaukolämpöyritysten kiinteitä kustannuksia. Energia- ja tehomaksu muodostavat kaukolämmöstä sen kulutuksenaikaisen hinnan. Tehomaksun osuus asiakkaan vuotuisesta kaukolämpölaskusta vaihtelee paljon eri kaukolämpöyritysten välillä. Esimerkiksi Suomessa tehomaksun osuus voi vaihdella 10–50 % välillä riippuen yrityksestä. (Energiateollisuus ry 2014) Keskimäärin tehomaksujen osuus noin myyntituloista on viime vuosina ollut 20 %:n luokkaa (Energiateollisuus ry 2016b). Tehomaksun suuruus tulisi asettaa sellaiselle tasolle, että kaukolämmön asema säilyy kilpailukykyisenä ja toiminta kannattavana (Energiateollisuus ry 2006a).

Tehomaksun määräytyminen kaukolämpöyrityksen kustannusten mukaan voi olla hyvin monimutkaisesti toteutettu, mikä haittaa hinnoittelun läpinäkyvyyttä ja selkeyttä. Muun muassa erilaiset kertoimet vaikeuttavat tehomaksun ymmärrettävyyttä, vaikka ne voisivatkin olla kaukolämpöyritykselle helppo tapa päivittää hintoja kustannusvastaaviksi. (Sarvaranta et al.

2012) Erilaisten kertoimien lisäksi useilla yrityksillä tehomaksu on sidottu johonkin hintaindeksiin, kuten tuottajahintaindeksiin. Nämä voivat olla helppoja tapoja ylläpitää tehomaksun kustannusvastaavuutta, mutta ne eivät ole kovin selkeitä komponentteja hinnoittelussa. (Sjöman 2014) Toisaalta jos tehomaksuna ei olisi erilaisia indeksejä taustalla, vaan esimerkiksi vain hinta, saattaisi sen läpinäkyvyys kärsiä. Tehomaksun osalta onkin hyvä pohtia, miten se voidaan ilmaista asiakkaille helposti säilyttäen samalla sen läpinäkyvyys ja helppo ymmärrettävyys. Asiakkaille voi olla myös hyvin epäselvää miten tehomaksun perusteena oleva teho tai vesivirta määritetään todellisuudessa. Tämän vuoksi erityisesti perinteisessä hinnoittelussa tulisi avata tahomaksun muodostumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä paremmin asiakkaille.

Suomessa ja Ruotsissa tehomaksut määräytyvät eri tavalla, sillä Ruotsissa tämä kaukolämpöyrityksen kiinteitä kustannuksia kattava maksu on jaettu kahdeksi erilliseksi kiinteäksi maksuksi. Suomessa tehomaksu koostuu vain yhdestä maksusta, joka määritetään asiakas-kohtaisesti. Suomessa perinteisessä hinnoittelumallissa tehomaksu perustuu usein sopimuksessa määritettyyn tehoon tai vesivirtaan. Tämä sopimusteho tai -vesivirta vastaa usein huipputehontarvetta. Näin kaukolämpöyrittäjä varmistaa, että jokainen asiakas saa mitoitettua tehoa kaikkina mahdollisina aikoina. Maksuperuste määritellään laskennallisesti mitoitusolosuhteissa vallitsevan tehontarpeen mukaan. (Heikkilä 2011) Suomessa pääpiirteittäin tehomaksut muodostuvat samalla periaatteella kaikissa kaukolämpöyrityksissä, mutta jokaisen yrityksen määrittämät hintatasot sekä erilaiset kertoimet tekevät tehomaksusta verkkokohtaisen. (Sarvaranta et al. 2012)

Ruotsissa kaukolämpöyritysten kiinteitä kustannuksia katetaan hieman eri tavalla kuin Suomessa. Tehomaksua vastaava maksu on jaettu kahteen erilliseen maksuun: kiinteään maksuun ja tehomaksuun. Useimmilla kaukolämpöyrityksillä kiinteä maksu peritään jokaiselta asiakkaalta, mutta tehomaksu vain kerrostalo-, liiketila- tai teollisuusasiakkailta. Käytetty menetelmä tosin vaihtelee hyvin paljon riippuen kaukolämpöyrityksestä. Kiinteä maksu perustuu vuosittaiseen lämmönkulutukseen, mutta tehomaksu perustuu sopimustehoon, kuten Suomessakin. (Byseke, Högberg 2011) Yleisimmin kiinteä maksu perustuu edellisvuoden tai useamman aikaisemman vuoden vuotuisen kulutukseen, mutta se voi perustua myös verrannolliseen energiankulutukseen. Kiinteän maksun nimestä huolimatta se on käytännössä kiinteä vain aina vuoden kerrallaan. Pidemmällä aikavälillä energiankulutus vaikuttaa maksun suuruuteen, joten kulutusta muuttamalla voi vaikuttaa kiinteän maksun tasoon. (Stridsman et al. 2012)

Kiinteästä maksusta poiketen, tehomaksua peritään Ruotsissa usein vain suuremmilta kuluttajilta, kuten asuinkerrostaloilta tai toimistotaloilta. Se muodostuu usein kategorialuku -menetelmällä (Kategoritalsmetoden), jossa lämpötilakorjattu kulutus tietyltä ajanjaksolta, esimerkiksi vuoden ajalta, jaetaan erityisellä kategorialuvulla. Kategorialuku on teoreettinen huippukulutustuntien vuosittainen lukumäärä eli kaukolämpöjärjestelmän toiminta-aika täydellä teholla täyttäen koko verkon energiatarpeen. Kategorialuku määritellään jokaiselle

asiakasryhmälle erikseen, sillä erilaisten rakennusten kulutusprofiilit poikkeavat hyvin paljon toisistaan. Asuinrakennusten kulutuksen on oletettu olevan tasaisempaa kuin esimerkiksi liikekiinteistöjen, joissa ei välttämättä ole kulutusta ollenkaan viikonloppuisin tai loma-aikaan. Tämän vuoksi kategorialuku on asuinkerrostaloille suurempi eli nimittäjänä se pienentää tehomaksun suuruutta. (Larsson 2011a) Kategorialuku on usein kokemuseräisesti määritetty eikä sen muodostumisperusteita ole sen vuoksi kovin helppo selvittää asiakkaille. Usein kategorialuku on noin 2100 tuntia, mikäli laskenta toteutetaan vuotuisella kulutuksella. (Larsson 2011a) Osa kaukolämpöyrityksistä Ruotsissa soveltaa kategorialuku -menetelmää ainoastaan talven lämmityskauden aikana. Tällöin talven yksittäiset huippukulutuspiikit ovat merkittävämpi tekijä laskennassa, mikä kannustaa asiakkaita vähentämään niitä. (Larsson 2011a)

Uudemmissa hinnoittelumalleissa tehomaksu ei perustu suoraan sopimuksessa määritettyyn sopimusvesivirtaan tai -tehoon vaan se voidaan laskea asiakkaan todellisen tehontarpeen mukaan. Tällaisissa tapauksissa sopimus- ja laskutusteho ovat eriytetty toisistaan. Laskutusteho voidaan muodostaa esimerkiksi edellisten kolmen vuoden mitattujen huipputehojen perusteella. Tehomaksu voi perustua myös suoraan aikaisempaan kulutukseen esimerkiksi edellisen kuukauden ajalta, jolloin maksun suuruus vaihtelee kuukausittain. Todellisen kulutetun tehon määrittelytapa vaihtelee paljon eri kaukolämpöyritysten välillä, ja se voi perustua esimerkiksi tunti- tai päivädataan. Tämä on kuitenkin harvinaisempi tapa periä tehomaksua. (Byseke, Högberg 2011) Usein todelliseen tehontarpeeseen perustuvassa tehomaksussa pyritään määrittämään asiakkaalle keskimääräinen huippu- eli laskutusteho, jota sovelletaan, kuten sopimustehoa tai -vesivirtaa. Näin voidaan laskuttaa asiakkaita tarkemmin heidän oman tehontarpeensa mukaan, kun mahdolliset kulutusmuutokset päivittyvät automaattisesti kaukolämpömaksuun. Todelliseen tehontarpeeseen perustuvaan tehomaksuun perehdytään tarkemmin luvussa 3.3, ja luvussa 3.2.6 esitellään lisää tehomaksun maksuperusteita. Todelliseen tehontarpeeseen perustuva tehomaksu on käytössä muutamalla kaukolämpöyrityksellä Suomessa. Ruotsissa se on yleistynyt enemmän ja sitä pidetään uudempana tapana hinnoitella tehomaksu verrattuna kategorialuku -menetelmään.

Asiakkaiden kulutustottumukset voivat muuttua, ja erityisesti Suomessa perinteisesti vallalla ollut hinnoittelumalli ei välttämättä ota huomioon muuttuvaa kulutusta. Jos tehomaksua peritään perinteisen hinnoittelumallin mukaan, laskutusperusteita tulisikin tarkistaa aika ajoin tehontarvemuutosten varalta. Tehomaksuja tulisikin tarkistaa, jotta eri aikaan liittyneiden, eri-ikäisten ja eri suunnittelijoiden suunnitteleminen rakennusten sopimustehot ja -vesivirrat vastaisivat mahdollisimman hyvin todellisuutta. Asiakkaat voivat myös itse pyytää tehontarkistusta kaukolämpöyritykseltä. Tarkistustarve voi syntyä esimerkiksi rakennukseen tehtävien energiatehokkuustoimenpiteiden seurauksena. Tarkistaminen tehdään yrityksen käyttämästä maksuperusteesta riippuen joko vuosi-, kuukausi- tai tuntiperusteisesta mitattua tehoa tai vesivirtaa hyödyntäen. Tuntiluentaan siirryttäessä asiakkaiden tehomaksun tarkistaminen helpottuu, sillä kulutusdataa on käytössä enemmän. Tarkastaminen voidaan suorittaa asiakas- tai asiakasryhmäkohtaisesti tai koko asiakaskunnalle, jotta hinnoittelu saataisiin vastaamaan paremmin todellisuutta. (Energiateollisuus ry 2014).

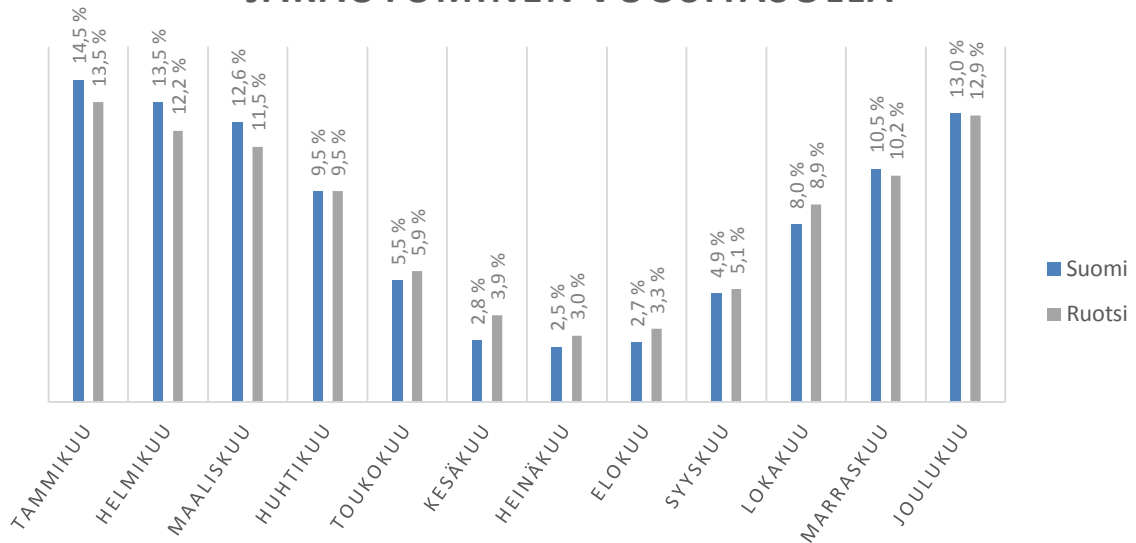
Uudemmat hinnoittelumallit tulevat hyödyntämään yhä enemmän tuntiperusteista dataa. Tehomaksussakin siirrytään yhä enemmän kohti tarkempaa ja asiakaskohtaisempaa hinnoittelua. Tällä hetkellä osa kaukolämpöyrityksistä on ottanut jo askeleen eteenpäin ja siirtyneet laskuttamaan tehomaksua todellisen kulutuksen mukaan.

3.2.3 Energiamaksu

Energiamaksu on perinteisesti perustunut asiakkaan kuluttaman energian määrään. Energiamaksulla katetaan lämmöntuotannon muuttuvia kustannuksia, kun tehomaksun tavoitteena on kattaa pääosin kiinteitä kustannuksia. Energiamaksu pyrkii seuraamaan kaukolämmön marginaalikustannuksia, ja siihen otetaan huomioon esimerkiksi pumppauskustannukset. Kuukausittaiset vaihtelut kulutuksessa ja niistä aiheutuvat kustannukset tuotantoon sekä polttoaineiden käyttöön voivat vaikuttaa energiamaksun muodostumiseen. Muutokset päästökaupan kustannuksista vaikuttavat myös energiamaksun yksikköhinnan kehittymiseen. Erityisesti ilmaiset päästöoikeudet yhteistuotannolle sekä niiden vähentäminen tulevaisuudessa voivat muuttaa energiamaksun suuruutta. (Energiateollisuus ry 2014, Energiateollisuus ry 2006a) Marginaalikustannukset voivat vaihdella paljon vuoden eri aikoina, ja talvella kustannukset voivatkin olla jopa 6-7 kertaa korkeammat kuin kesäaikana. Joillakin yrityksillä käytössä oleva energiamaksun kausihinnoittelu parantaisi siis selvästi hinnoittelun kustannusvastaavuutta. Kausihinnoittelun avulla voitaisiin kattaa erityisesti kalliimman talviaikaisen huippukuormatuotannon kustannuksia ja vastavuoroisesti periä asiakkailta pienempien tuotantokustannusten aikaan matalampaa energiamaksua. (Larsson 2011b) Tällä hetkellä kuitenkin vain osalla kaukolämpöyrityksistä on käytössään energiamaksun kausihinnoittelu, Suomessa ainoastaan seitsemällä yrityksellä (Energiateollisuus ry 2016b). Ruotsissa kausihinnoittelu on yleisempää ja siellä usealla kymmenellä kaukolämpöyrityksellä on jo kausittain vaihtuva energianhinta käytössä (Rydén et al. 2011). Jos kausihinnoittelua ei ole, energiamaksu muodostuu perinteisesti läpi vuoden kiinteänä pysyvistä hinnasta, jota joissakin yrityksissä tarkastetaan vaihtelevasti myös vuoden aikana, esimerkiksi neljännesvuosittain. Energiamaksun kausihinnoittelusta tai tasahinnoittelusta riippumatta energiamaksun suuruus tulee olla keskenään samanlaisille asiakkaille samansuuruinen riippumatta kulutuksesta. (Heikkilä 2011)

Energiankulutus jakautuu Suomessa ja Ruotsissa kuvan 7 mukaan. Kuvasta voidaan huomata, että Suomessa kulutuksen jakautuminen kesän ja talven välillä on vielä hieman voimakkaampaa kuin Ruotsissa. Suurista kulutusvaihteluista johtuen, kaukolämmöntuotannon kustannuksetkin vaihtelevat runsaasti, joten kustannusvastaava hinnoittelu vaatii sekä energiamaksulta että tehomaksulta parempaa kustannusten seuraamiskykyä. Tähän energiamaksun kausihinnoittelu tuo paljon mahdollisuuksia, joten se tulee varmasti lähivuosina lisääntymään hinnoittelumalleissa. Kausihinnoitteluun perehdytään enemmän myös luvussa 3.4 ja 4.2.

KAUKOLÄMMÖN KULUTUKSEN JAKAUTUMINEN VUOSITASOLLA



Kuva 7. Esimerkki kaukolämmön vuosittaisen kokonaiskulutuksen jakautumisesta normaali-
livuonna Suomessa sekä Ruotsissa. (Larsson 2011b, Energiateollisuus ry 2016c)

Suomessa energiamaksun osuus kaukolämmön kokonaiskuluttajahinnasta on usein pienempi vähän lämpöä kuluttavilla asiakkailla verrattuna paljon lämpöä kuluttaviin. (Energiateollisuus ry 2014) Tällöin hinnoittelun avulla voidaan ohjata suurten ja verkolle merkittävämpien asiakkaiden kulutusta, millä on suurempi vaikutus myös kaukolämmön tuotantokustannuksiin. Ruotsissa pienten ja suurten asiakkaiden välillä voi olla suuri vaihtelu energiamaksun muodostumisessa. Osa kaukolämpöyrityksistä ei peri pieniltä asiakkailtaan kuin energiamaksun. Pieni osa kaukolämpöyrityksistä perii ainoastaan energiamaksun myös suuremmilta asuinrakennuksilta. Täysin energiamaksuun perustuva hinnoittelu kannustaa asiakkaita säästämään kokonaiskulutuksessa, jolloin kausittaiseen energian hinnoitteluun yhdistettynä se kannustaa lämmitysenergian säästämiseen erityisesti talviaikoina. Tämä voi pienentää huipputuotantolaitosten käytöstä aiheutuvia kustannuksia, mutta hinnoittelumallia ei voi kuitenkaan sanoa kustannusvastaavaksi kiinteiden maksujen puuttumisen vuoksi. (Rydén et al. 2011)

Nykyään energiankulutuksen laskutuksen on perustuttava todelliseen kulutukseen sekä Suomessa että Ruotsissa. Nykyään laajaan käyttöön levinneet etäluettavat mittarit ovat yleisimpiä energiankulutuksen mittavälineitä. Etäluettavilla mittareilla voidaan energiankulutuksesta kertovan mittarilukeman lisäksi saada tietoa esimerkiksi asiakkaiden jäähtyvyydestä ja vesivirrasta. (Energiateollisuus ry 2006a) Mittarin ollessa epäkunnossa tai muiden ongelmien takia energiankulutusta voidaan myös asiakaskohtaisesti arvioida.

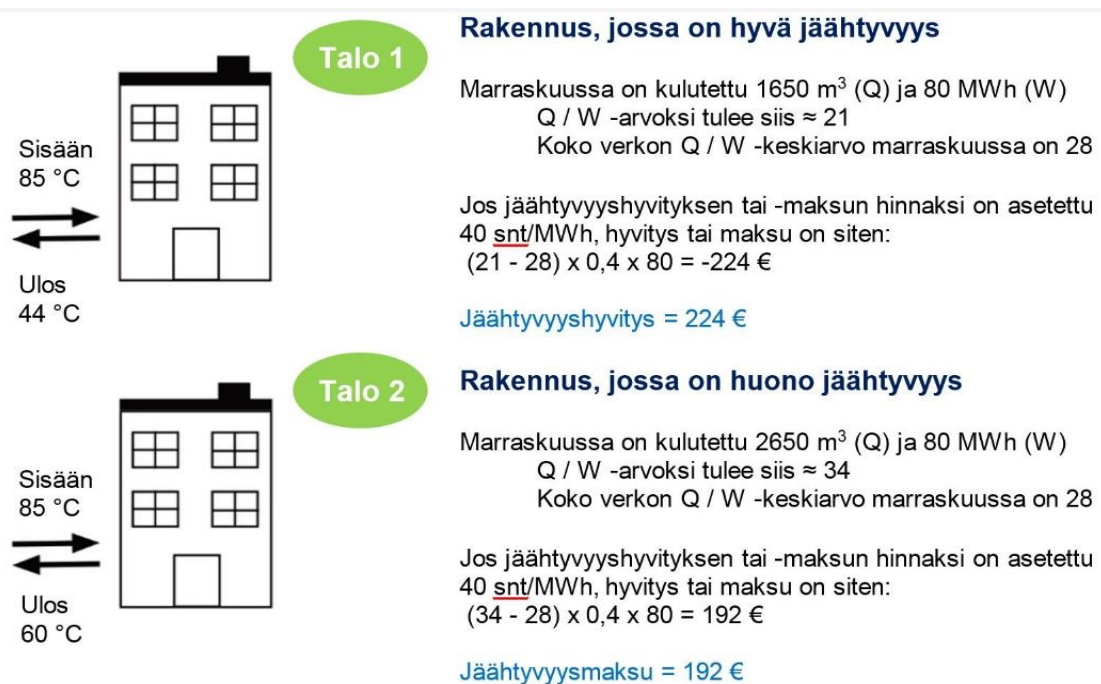
3.2.4 Virtaus- tai jäähtyvyyssmaksu

Virtausmaksu poikkeaa hieman edellä esitetyistä muista maksuista. Isolla osalla kaukolämpöyrityksiä ei ole ollenkaan tämän kaltaista maksua, vaan hinnoittelu perustuu yllä aikaisemmin esiteltyihin Suomessa kolmeen ja Ruotsissa neljään maksukomponenttiin. Virtausmaksusta voidaan puhua myös kiertovesimaksuna, paluuvesimaksuna, jäähtyvyyssmaksuna, vesivirtamaksuna tai lämpötilamaksuna. Kaikki nämä tarkoittavat käytännössä samaa asiaa eli jäähtyvyyden seuraamista joko suoraan lämpötilaerojen avulla tai vesivirran avulla. Virtausmaksu perustuu kaukolämpölaitteiden läpi virtaavan veden määrän laskuttamiseen. Virtausmaksun tarkoituksena on kannustaa asiakkaita pitämään huolta omista laitteistaan, sillä hyvin huolletut ja oikein toimivat laitteet hyödyttävät koko kaukolämpöjärjestelmää. Vesivirran oikealla määrällä voidaan esimerkiksi parantaa asiakkaan kaukolämpöveden jäähtyvyyttä, mikä voi kasvattaa kaukolämpöverkon hyötysuhdetta. Kaukolämpöverkon parantunut hyötysuhde pienentää primäärienergian tarpeen vähenemisen vuoksi myös kaukolämmön tuotantokustannuksia. Virtausmaksu laskutetaan energiamaksun tapaan toteutuneen kulutuksen mukaan ja useimmiten se peritään kuukausittain. (Stridsman et al. 2012)

Useimmilla kaukolämpöyrityksillä, joilla on käytössään virtaus- tai jäähtyvyyssmaksu, sen osuus kokonaislaskusta ei ole kovin merkittävä. Vaikutus voi olla esimerkiksi noin 10 % kokonaishinnasta. Usein virtausmaksun tarkoituksena on muistuttaa asiakasta, että jäähtymällä on vaikutusta kaukolämpöverkon toimintaan. Tämän vuoksi huonosta jäähtymästä laskutetaan asiakkaita enemmän, mikä kasvattaa motivaatiota pitää kaukolämpölaitteet kunnossa, ja siten parantaa myös verkon toimintaa. Virtausmaksun laskemisessa on otettava huomioon muun muassa asiakkaalle menevän veden lämpötila, jolloin menolämpötila on hyvä pitää mahdollisimman tasaisena laskutuskauden ajan. Vaikka lämpösopimuksissa usein jäähtyvyyden alarajaksi onkin määritetty 25 °C, niin kaukolämpöverkko toimii paremmin, jos asiakkaiden meno- ja paluulämpötilojen erotus on suurempi. Virtausmaksua käytettäessä on otettava huomioon, ettei asiakkailta peritä päällekkäisiä kustannuksia, sillä kaukolämpöyrityksen voi olla vaikea erottaa ja rajata tehomaksusta pois virtausmaksun kustannuksia. (Energiateollisuus ry 2010b)

Virtausmaksua on useissa kaukolämpöyrityksissä käytetty myös palkitsemiskeinona. Jos kaukolämpöveden jäähtymä asiakkaan laitteistossa on riittävän hyvä, kaukolämpölaskusta voi saada hyvitystä. Virtausmaksua ja -hyvitystä käytetään erityisesti silloin kun tehomaksun perusteena on laskutusteho eikä -vesivirta. Koska jäähtyvyydellä ja vesivirralla on vahva keskinäinen riippuvuus, jäähtyvyyden eli vesivirran laskuttaminen perustuukin kaukolämpöveden mahdollisen virtaaman kasvun laskuttamiseen. Ruotsissa jäähtyvyyttä laskutuksessa käyttäviä yrityksiä on useita kymmeniä eli paljon enemmän kuin Suomessa, jossa niitä on vain muutamia. Virtausmaksua voidaan periä joko koko vuoden ajalta tai vain lämmityskauden aikaiselta kulutukselta. (Larsson 2011b)

Virtausmaksun ja -hyvityksen laskemiseen on useita erilaisia keinoja, joista kaikki perustuvat vesivirran määrään ja sen jäähtyvyyteen asiakaslaitteissa. Yhtenä tapana jäähtyvyyden laskuttamisessa voidaan käyttää niin sanottua Q/W -menetelmää, joka on käytössä useilla kaukolämpöyrityksillä. Menetelmää on esitelty kuvassa 8. Menetelmässä vähennetään yksittäisen asiakkaan vesivirran (Q) ja kulutetun tehon (W) suhteesta (Q/W) samanlaisten asiakkaiden Q/W -suhde tietyllä aikaperiodilla. Erotus on joko positiivinen tai negatiivinen riippuen onko asiakkaan Q/W -suhde ollut suurempi vai pienempi kuin verkon keskimääräinen suhde. Jos erotus on positiivinen, asiakkaan Q/W -suhde on suurempi eli asiakkaan vesivirta suhteessa saatuun energiaan on ollut suurempi kuin verkossa keskimäärin. Tällöin korkeammasta vesivirrasta asiakas joutuu maksamaan virtausmaksun. Jos erotus on negatiivinen, asiakas on käyttänyt vähemmän vesivirtaa saman tehon saamiseksi, joten asiakas saa hyvitystä. Erotus kerrotaan kaukolämpöyrityksen määrittämällä hinnalla sekä tarkasteluajanjakson aikana kulutetulla energialla. Näin saadaan asiakaskohtainen virtaus- eli jäähtyvyysmaksu tai -hyvitys. Asiakkaiden parantaessa omaa jäähtyvyyttään eli vesivirran ja tehon suhdetta, koko verkon keskimääräinen jäähtyvyys paranee. (Eskilstuna Energi och Miljö 2016)



Kuva 8. Esimerkki jäähtyvyyshyvityksestä ja -maksusta hyvin ja huonosti jäähdyttävissä koh-teissa, kun käytetään Q/W -menetelmää. Jäähtyvyyshyvitys tai -maksu on 40 snt/MWh. (Es-kilstuna Energi och Miljö 2016)

Vaihtoehtoisesti jäähtyvyysmaksun tai -hyvityksen laskennassa voidaan käyttää laskennal-lisia meno- ja paluulämpötilojen erotuksia. Laskennalliset meno- ja paluulämpötilat voidaan laskea, kuten edellisessäkin menetelmässä, asiakkaan vesivirran ja kulutetun tehon suhde. Suhde kerrotaan muuntokertoimella 860, joka määräytyy siten, että 1 MWh lämmittää

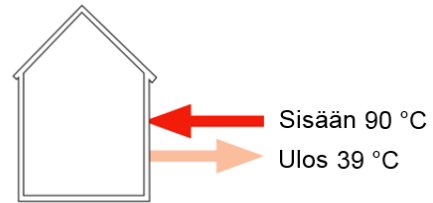
860 m³ vettä 1 °C:een. Kertoimen yksikkö on näin ollen (m³, °C)/MWh. Näin saadaan lämpötilaero selville ja voidaan verrata sitä joko verkon asiakkaiden keskimääräiseen lämpötilaeroon tai kaukolämpöyrityksen kausittain määrittämään tavoitejäähdytymään. Tästä saatava erotus kerrotaan kaukolämpöyrityksen määrittämällä hinnalla. Erotus on edellisen laskentamenetelmän mukaan joko positiivinen tai negatiivinen ja siten joko jäähdytysmaksu tai -hyvitys. Kuvassa 9 on havainnollistettu lämpötilaeroon ja muuntokerroimen käyttöön perustuvaa jäähdytys- eli virtausmaksu ja -hyvitysmenetelmää.

Rakennus, jossa jäähdytys on hyvä

Mittausajanjaksolla vesivirta on ollut
3288 m³ ja lämpöteho 195 MWh

Jos jäähdytys- ja -maksun hinnaksi on asetettu
0,01 ja 0,6 snt/MWh, hyvitys tai maksu on siten:
 $195 / 3288 \times 860^* = 51\text{ °C}$ (51 °C > 43 °C**)
 $3288 \times (43^{**} - 51) \times 0,01 = -263\text{ €}$

Jäähdytys- ja -maksu = 263 €



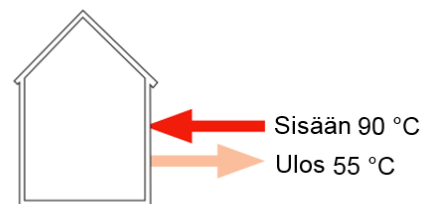
* Muuntokerroin
** Tavoitejäähdytys

Rakennus, jossa jäähdytys on huono

Mittausajanjaksolla vesivirta on ollut
4791 m³ ja lämpöteho 195 MWh

Jos jäähdytys- ja -maksun hinnaksi on asetettu
0,01 ja 0,6 snt/MWh, hyvitys tai maksu on siten:
 $195 / 4791 \times 860^* = 35\text{ °C}$ (35 °C < 43 °C**)
 $3288 \times (43^{**} - 35) \times 0,006 = 230\text{ €}$

Jäähdytysmaksu = 230 €



* Muuntokerroin
** Tavoitejäähdytys

Kuva 9. Esimerkki hyvin ja huonosti jäähdyttävien rakennusten jäähdytys- ja -maksusta, kun käytetään muuntokerroin -menetelmää. Jäähdytys- ja -maksun suuruus on 1 snt/m³ ja maksun suuruus 0,6 snt/m³. (E.ON Försäljning Sverige AB 2011)

Jos asiakkailta ryhdytään perimään tai hyvittämään jäähdytysmaksua, on hyvä tutkia vaikuttaako asiakkaiden sijainti heidän jäähdytymäänsä. Eri kohdissa verkkoa kaukolämpövesi voi olla sekä meno- että paluupuolella eri lämpötiloissa, joten asiakkaiden jäähdytys voi mahdollisesti vaihdella sen mukaan. Jos jäähdytys ei voida selvittää meno- ja paluulämpötilojen mukaan oikeudenmukaisesti ja tasapuolisesti jokaista asiakasta kohtaan, heidän sijaintinsa verkon varrella on otettava huomioon. Asiakkaita tulee kohdella tasapuolisesti, siten etteivät he joudu eriarvoiseen asemaan sijaintinsa vuoksi. (Pöyry Finland Oy 2010)

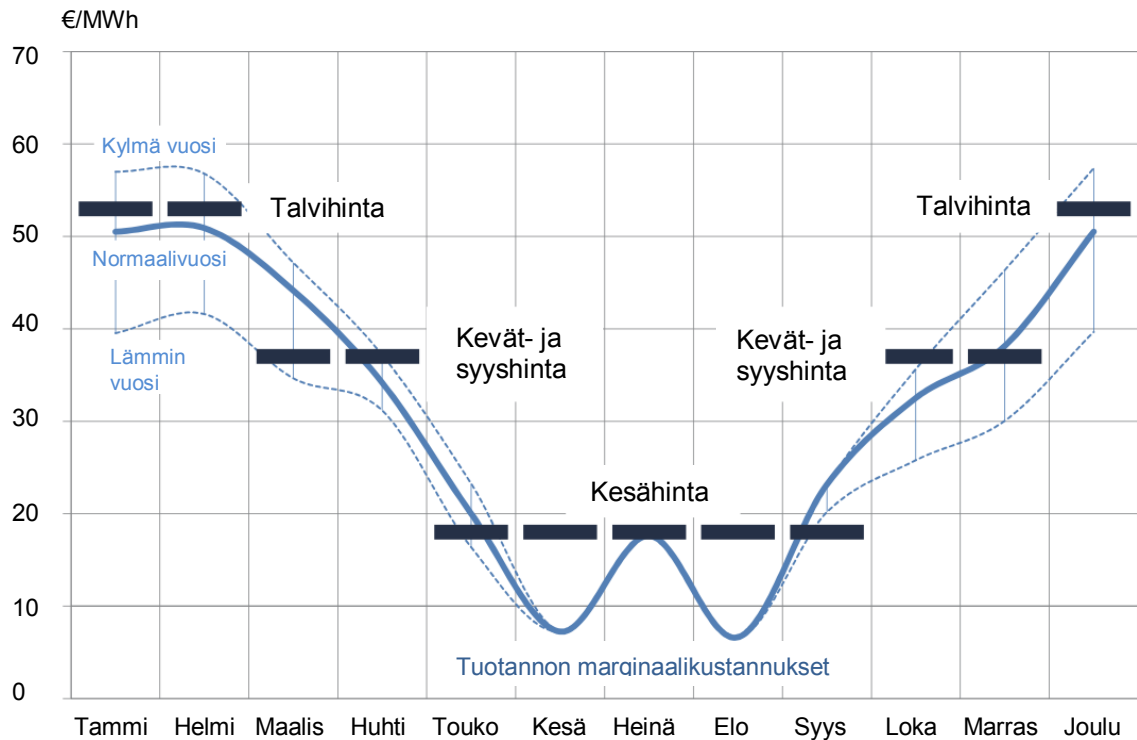
Jäähdytyshinnoittelun tavoitteena on madaltaa koko verkon keskimääräistä paluulämpötilaa, joten kaikkien asiakkaiden jäähdytysmaksun panostaminen on tärkeää. Yksittäisillä kuluttajilla on kuitenkin vain pieni vaikutus paluuvien lämpötilaan, joten ohjaavan hinnoittelun pitäisi

kohdistua mahdollisimman laajasti koko asiakaskuntaan ja erityisesti suuriin kuluttajiin. (Pöyry Finland Oy 2010). Koko verkon lämpötiloja tarkasteltaessa, taloudellinen hyöty paluulämpötilan alentamisesta voi vaihdella 0,05 ja 0,5 €/ (MWh, °C) välillä. Ongelmat asiakkaiden jäähtyvyydessä tulee selvittää mahdollisimman tehokkaasti, jotta kaukolämpöverkon toiminta olisi mahdollisimman optimaalista. Hyvän jäähtyvyyden saavuttaminen korostuu tulevaisuudessa matalampilämpöisten kaukolämpöverkkojen yleistyessä. (Gadd, Werner 2014).

3.2.5 Maksukomponenttien keskinäinen suhde hinnoittelussa

Kuten luvussa 3.1 tuli esille, kaukolämmön hinnoittelun on oltava riittävän kustannusvastaavaa. Tämä vaatimus asettaa tarkasteltavaksi myös tehomaksun ja energiamaksun keskinäisen suhteen. Jos hinnoittelumallilta haetaan mahdollisimman hyvää kustannusvastaavuutta, tehomaksun osuutta jouduttaisiin monessa tapauksessa korottamaan, jotta niin sanotut peruskustannukset lämmöntuotannossa saataisiin katettua. Kuten aiemmin esitettiin, Ruotsissa energiankulutuksesta riippuvien maksujen osuus on jopa 90 % kokonaiskustannuksista. Suomessa tehomaksujen osuus kaukolämmön kokonaiskustannuksista on noin 20 %, eli 80 % maksuista perustuu energiankulutukseen. (Rydén B. et al. 2010, Energiateollisuus ry 2016b) Liittymismaksu on lähtökohtaisesti kulutuksesta riippumaton, vaikka se perustuukin liittymisvaiheessa määrättyyn tehon tai vesivirran kulutukseen. Liittymismaksua ei tämän vuoksi tarkastella enempää selvitetessä kaukolämmön hinnan kustannusvastaavuutta. Lisäksi virtaus- tai jäähtyvyydsmaksulla on vain hyvin pieni osuus hinnoittelussa, joten sen vaikutus ei ole merkittävä.

Ruotsissa niin sanotut kiinteät maksut perustuvat pitkälti kulutettuun energiaan eikä näin ollen ole todellisuudessa kiinteitä (Stridsman et al. 2012). Suomessa tehomaksut perustuvat muutamaa kaukolämpöyrittystä lukuun ottamatta kiinteäksi määrättyyn sopimustehoon tai -vesivirtaan tai vaihtoehtoisesti laskutustehoon tai -vesivirtaan. Jos tavoitellaan kustannusvastaavampaa hinnoittelua, tulisi kiinteiden maksujen olla suuremmat molemmissa maissa. Suomen malli sallii suhteen muuttamisen helpommin kuin Ruotsin malli, jossa laskutusperusteita tulisi muuttaa. Toisaalta kustannusvastaavuudessa tavoitellaan myös asiakkaan laskutusta todellisen kulutuksen perusteella. Ruotsin hinnoittelumallissa kategorital -menetelmä ottaa asiakkaan kulutusmuutokset hieman paremmin huomioon, joskin viiveellä. Energiankulutuksen vaikutus hinnoittelussa tulisi Ruotsissa laaditun tutkimuksen (2013) mukaan olla vain noin 60 %. (Rydén et al. 2013) Kuvassa 10 on esitetty kaukolämmöntuotannon marginaalikustannukset sekä ehdotettu kuinka energiahinnan tulisi seurata niitä. Näin energiamaksun osalta on helppo päästä kustannusvastaavaan hinnoitteluun, mutta tehomaksu tuottaa molemmissa maissa enemmän ongelmia, sillä se pysyy usein vakiona koko vuoden.



Kuva 10. Esimerkki kaukolämmön CHP-tuotannon marginaalikustannusten vaihtelusta kuukausitasolla (viiva) ja ehdotus kaukolämmön kausihinnoittelun hintatasosta (horizontaaliset viivat). (Stridsman et al. 2012)

Kaukolämmön kysynnän ennustettu lasku vähentää kaukolämmön kokonaiskulutusta ympärivuotisesti. Kaukolämmöntuotannon marginaalikustannukset eivät kuitenkaan välttämättä laske yhtä paljon kuin mitä tuotannon vähentynyt kysyntä vastaa. Näin ollen myös tuotannon kiinteiden kustannusten osuus voi kasvaa suhteessa marginaalikustannuksiin. Tällöin tulisi siis mahdollisimman kustannusvastaavan hinnoittelun saavuttamiseksi korottaa kiinteiden maksujen osuutta kokonaismaksuissa. Uusien innovaatioiden ja teknologioiden myötä marginaalikustannusten rakenteen osalta tilanne voi kuitenkin muuttua toisenlaiseksi. Jos kaukolämmön kustannusrakenne tulevaisuudessa muuttuu merkittävästi, kaukolämpöyritysten tulisi tutkia tarkemmin kiinteiden ja muuttuvien kustannusten suhde sekä niistä perittävien kiinteiden ja muuttuvien maksujen suhde.

3.2.6 Nykyisten hinnoittelumallien maksuperusteet

Liittymismaksussa, tehomaksussa ja energiamaksussa hinnoittelu perustuu usein sopimusvesivirtaan tai -tehoon. Kaukolämpöyritys saa itse päättää, käyttääkö sopimus- ja laskutusperusteenaan sopimustehoa vai -vesivirtaa tai jotain muuta hinnoitteluperustetta. Sopimusteho tai -vesivirta on lämpösopimuksessa määriteltävä asiakkaalle varattu tuntinen maksimiteho tai -vesivirta. Laskutusteho tai -vesivirta taas on erikseen hinnoittelujärjestelmässä määritetty laskutuksen peruste. Tehon ja vesivirran lisäksi voidaan hinnoittelussa ottaa huomioon myös esimerkiksi asiakkaan kaukolämpölaitteiden aiheuttama kaukolämpöveden jäähtymä esimerkiksi kiertovesimaksun avulla, kuten edellä luvussa 3.2.4 esiteltiin. Sopimusvesivirta ja -teho ovat käytännössä sama asia, mutta niiden muodostumistavat eroavat hieman

toisistaan. Sopimusteho määritellään asiakkaan rakennuksen lämmitystehontarpeen perusteella ja sopimusvesivirta voidaan ratkaista tehon P kaavasta 1, jolloin saadaan tilavuus- eli vesivirraksi kaava 2.

$$P = c_p * \Delta T * \rho * \dot{V} \quad (1)$$

$$\dot{V} = P / (c_p * \Delta T * \rho) \quad (2)$$

Missä P on lämpöteho, c_p veden ominaislämpökapasiteetti, ΔT kaukolämpöveden meno- ja paluulämpötilojen erotus, ρ kaukolämpöveden tiheys ja \dot{V} kaukolämpöveden tilavuusvirta. Ominaislämpökapasiteetti c_p ja tiheys ρ muuttuvat hieman lämpötilan funktiona, mutta muutos voidaan olettaa merkityksettömäksi. Kaavan 2 ratkaisemisen jälkeen siihen jäävästä lämpötilaeron termistä voidaan päätellä, että vesivirran suuruus on riippuvainen tästä erotuksesta. Sopimusvesivirta perustuu siis samaan rakennuksen laskennalliseen tehontarpeeseen, mutta sen laskennassa otetaan huomioon myös lämpötilan muutos. Näillä kahdella on paljon ominaisuuksia, jotka vaikuttavat niiden valintaan ja sopivuuteen eri kaukolämpöyrityksille.

Suomessa vuonna 2006 kaukolämmön tehomaksu perustui suurimmalla osalla kaukolämpöyrityksistä tilausvesivirtaan eli nykyiseen sopimusvesivirtaan. Sopimustehoonkin perustuvia hinnoittelumalleja oli, mutta selkeästi vähemmän. Lisäksi vielä vuonna 2006 hinnoittelu perustui ainoastaan perusmaksuun eli nykyiseen tehomaksuun sekä energiamaksuun. Yhdelläkään kaukolämpöyrityksellä ei myöskään ollut vielä käytössä esimerkiksi kausihinnoittelua. (Energiateollisuus ry 2006b) Nykyään sopimustehoperusteinen hinnoittelu on yleisempää, ja lähes puolella kaikista kaukolämpöyrityksistä teho toimii tehomaksun maksuperusteena. Teho on asiakkaalle usein helpompi käsittää kuin vesivirta, sillä sitä voidaan verrata helpommin omaan kulutukseen. Energiamaksu perustuu mitattuun lämpöenergian määrään, mikä tekee tehosta myös helpommin vertailtavan maksuperusteen energiamaksulle. (Energiateollisuus ry 2014) Tällöin asiakas voi seurata, kuinka paljon energiaa hän kuluttaa suhteessa hänelle varattuun huipputehon määrään. Ruotsissa kaukolämmön maksuperusteita ei useinkaan esitetä yhtä tarkkaan kuin Suomessa, ja useimmilla yrityksillä kerrotaan ainoastaan teholuokasta riippuvan kiinteän- ja tehomaksun sekä energiamaksun suuruus. Vaikka kiinteiden maksujen maksuperusteet kerrotaan Ruotsissa vain harvoin, kiinteiden maksujen osuus kokonaiskustannuksista on ilmoitettu asiakkaille lähes aina hinnoittelun yhteydessä. Jotkin ruotsalaiset kaukolämpöyritykset kertovat myös tekijät, jotka vaikuttavat kiinteisiin maksuihin, mutta suurimmalla osalla yrityksistä perusteita ei valaista lainkaan. Ruotsissa, kuten Suomessakin, tehomaksussa on otettu huomioon muun muassa erilaisia kaukolämpöyritysten määrittämiä kertoimia.

Tällä hetkellä suuri osa etenkin Suomessa perittävistä tehomaksuista perustuu sopimustehoon tai -vesivirtaan, joiden tarkistaminen tapahtuu useimmiten hyvin harvoin. Näin ollen laskutusperuste voi olla väärän kokoinen useilla asiakkailla, mikä voi vääristää kaukolämpöyrityksen tuottoa. Jos esimerkiksi koko verkon laskutusperusteet tarkistettaisiin, voisi tehomaksujen, jotka on linkitetty suoraan laskutusperusteeseen, kokonaissumma muuttua yllättävän paljon. Tätä diplomityötä varten tehdyn mallinnuksen ohessa tarkastettiin kaukolämpöverkon asiakkaiden laskutusperuste verrattuna todellisiin tehontarpeisiin. Vertailussa havaittiin laskutusperusteen ja todellisen tehontarpeen välinen suhde yhteneväiseksi, vaikka poikkeuksiakin havaittiin. Tästä voidaan päätellä laskutusperusteiden olevan tällä hetkellä kunnossa, mutta hinnoittelumallia muutettaessa myös asiakkaiden kulutus voi muuttua. Tällöin laskutusperuste on tarkistettava uudestaan, ellei uudessa hinnoittelussa oteta sitä huomioon. Laskutusperusteena toimiva teho- tai vesivirta tulisi myös tarkistaa LVI-suunnitelmista aina uuden asiakkaan liittyessä sekä liittymisen jälkeen viimeistään kolmen vuoden kuluttua. (Energiateollisuus ry 2014)

Maksuperustetta määritettäessä on otettava huomioon mahdolliset muut lämmönlähteet, sillä osa lisälämmönlähteistä, kuten aurinkolämpö, eivät pienennä rakennuksen enimmäistehon tarvetta. Niitä voidaan mahdollisesti hyödyntää huipputarpeen aikana, mutta päälämmönlähde tulee kuitenkin mitoittaa riittävän suureksi tehontarpeeseen nähden. (Energiateollisuus ry 2014) Seuraavaksi esitellään tarkemmin tehoa, vesivirtaa, jäähtyvyyttä ja rakennustilavuutta maksuperusteina.

Sopimus- ja laskutusteho sekä -vesivirta

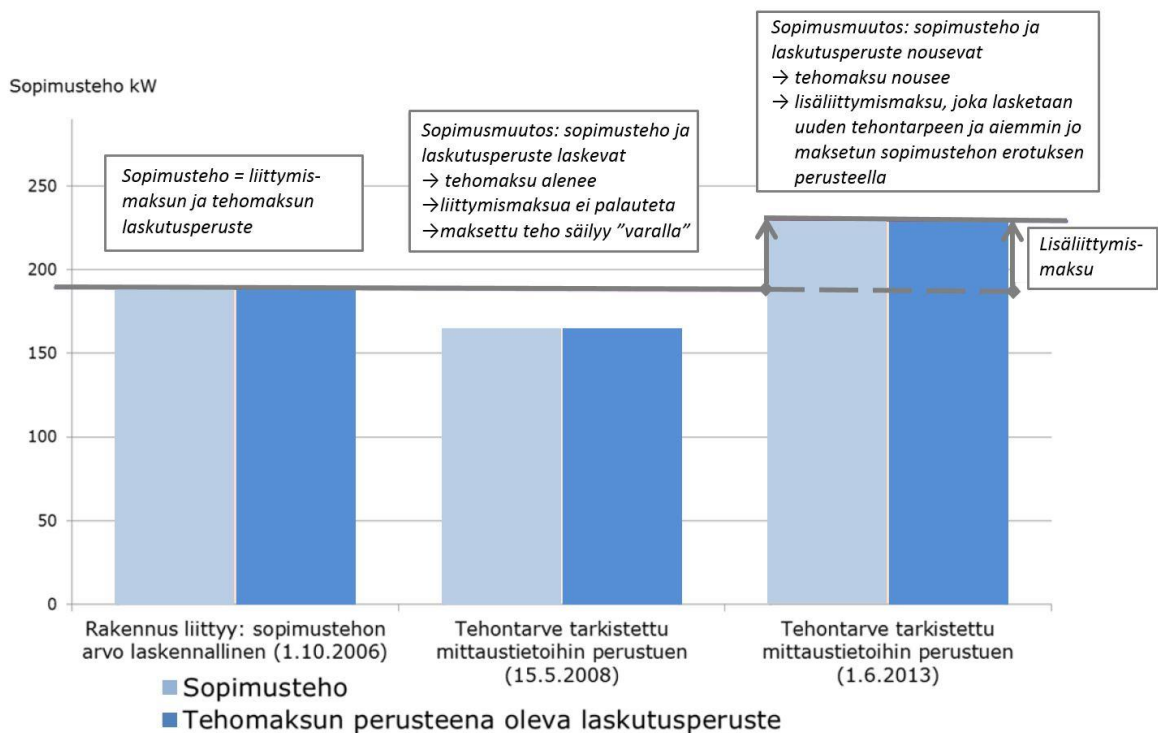
Kuten edellä mainittiin, sopimusteho eli aikaisemmin tilausteho tarkoittaa rakennukselle mitoitettua suurinta tuntista lämpötehoa mitoitusulkolämpötilaan redusoituna (Energiateollisuus ry 2014). Sopimustehon määrittelyn perusteena ovat LVI-suunnittelijan laskelmat rakennuksen lämmitystehontarpeesta tai vanhassa kohteessa mittautieto, kuinka paljon energiaa rakennus kuluttaa. Uuden rakennuksen kohdalla sopimustehon suuruutta tulee myös verrata samantyyppisten rakennusten sopimustehoihin ja erojen ilmetessä kaukolämpöyritys keskustelee LVI-suunnittelijan kanssa eroihin vaikuttavista syistä. Vanhan rakennuksen ottaessa kaukolämmön lämmitysmuodokseen voidaan käyttää mitattua tietoa rakennuksen energiankäytöstä ja erityisesti toisiopiirin lämpötiloista. Tietojen käyttö edellyttää, ettei rakennuksessa suoriteta muita muutos- tai korjaustöitä, jotka voisivat vaikuttaa energian ja lämmönkulutukseen. (Energiateollisuus ry 2014)

Sopimusvesivirta, kuten sopimustehokin, on asiakkaan käyttöön liittymisvaiheessa varattu kaukolämpöveden virtaus vastaavalla sopimusteholla. Sopimusvesivirta kirjataan asiakkaan ja kaukolämpöyrityksen yhteiseen lämpösopimukseen, kuten sopimustehokin. (Energiateollisuus ry 2014) Sopimusteho tai -vesivirta toimii useimmiten liittymismaksun suuruuden perusteena. Liittymismaksun suuruus voi määräytyä myös esimerkiksi pienille asiakkaille rakennustilavuuden tai erittäin suurille asiakkaille erillisen sopimuksen perusteella.

Perinteisessä hinnoittelumallissa sopimusteho tai -vesivirta on toiminut myös laskutuksen perusteena, mutta nykyään on yhä yleisempää eriyttää sopimus- ja laskutusteho sekä -vesivirta. Laskutusteho tai -vesivirta voi tällöin määräytyä joko samalla tai eri tavalla kuin sopimusteho. Laskutusteho voi perustua todelliseen tehontarpeeseen, joka voidaan huomioida usean vuoden ajalta. Teho laskutusperusteena on asiakkaille selkeä ja helppo ymmärtää, mutta samalla se on yksinään heikompi kuin esimerkiksi laskutusvesivirta. Kuten kaavojen 1 ja 2 avulla osoitettiin, vesivirtaa käytettäessä jäähtyvyys vaikuttaa sen arvoon eli se on toisin sanoen riippuvainen jäähtymästä. Tehon mukaan laskutettaessa ei oteta huomioon kuinka hyvin kaukolämpölaitteisto toimii, eli jäähtyvyys jää huomioimatta. Heikosti toimivien laitteiden läpi voi virrata paljon enemmän kaukolämpövettä kuin olisi tarpeellista saatessa kuitenkin yhä sama teho. Tämä voi aiheuttaa haasteita kaukolämpöjärjestelmän tehokkaalle toiminnalle. (Heikkilä 2011)

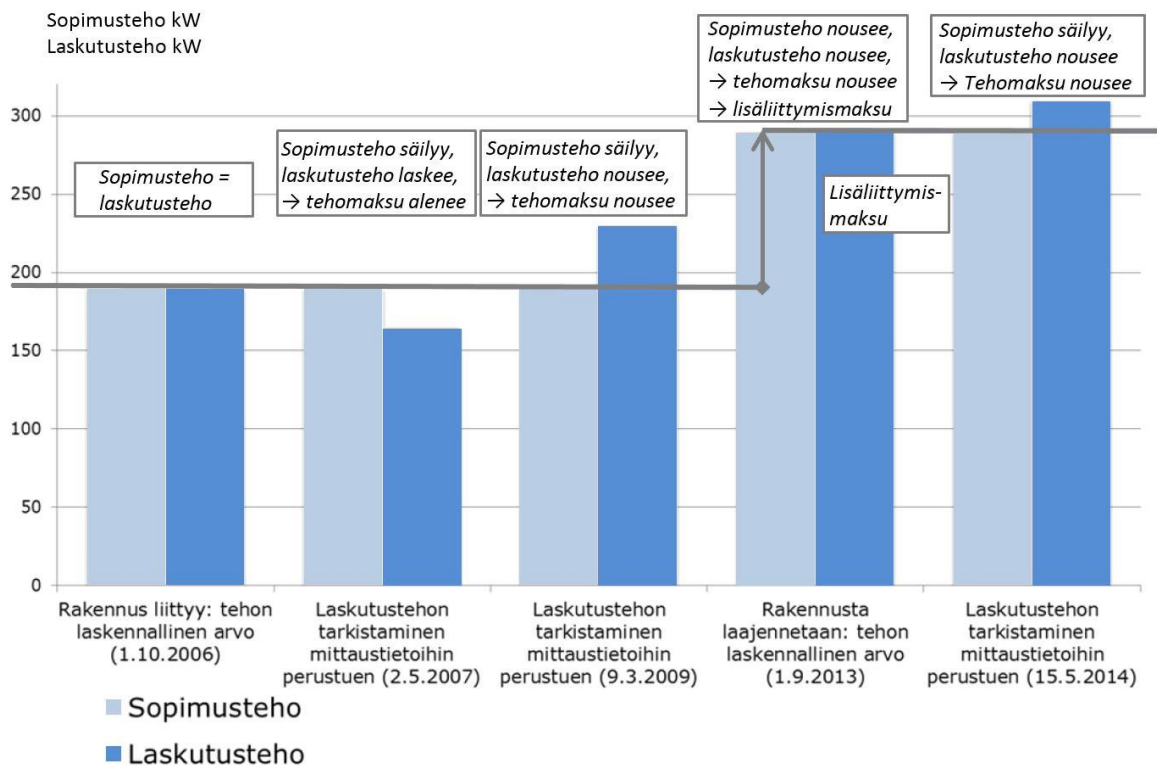
Kaavojen 1 ja 2 avulla voidaan havaita, että sopimusvesivirtaa laskettaessa otetaan huomioon kaukolämpöveden jäähtyminen lämmönsiirtimessä. Kaukolämpöveden hyvä jäähtymä asiakaslaitteissa ylläpitää kaukolämpöverkon parempaa toimintaa. Usein sopimusvesivirta lasketaan suurinta mitoitustehoa käyttäen eli mitoitussuorituslämpötilassa. Sopimus- tai laskutusvesivirtaan perustuvassa laskutuksessa voidaan huomata asiakkaan maksujen perusteella helpommin kaukolämpölaitteiden kunto kuin tehoon perustuvassa laskutuksessa, sillä kaukolämpöveden jäähtymän puolittuminen kaksinkertaistaa tarvittavan vesivirran. Vesivirran käyttäminen maksuperusteena kannustaa asiakkaita panostamaan kaukolämpöveden mahdollisimman hyvään jäähtymään. Tämä voi mahdollistaa myös kaukolämmön paremman kustannusvastaavuuden. (Energiateollisuus ry 2014) Sopimusvesivirta, kuten sopimustehokin, toimii liittymismaksun muodostumisperusteena.

Jos sopimustehoa tai -vesivirtaa, joka toimii laskutusperusteena, muutetaan, on asiakkaan lämpösopimus uusittava ja kirjattava siihen uusi tehon tai vesivirran määräytymisperuste. Jos sopimusteho tai -vesivirta on eriytetty laskutustehosta tai -vesivirrasta, laskutusperusteen muuttuessa uutta lämpösopimusta ei tarvitse laatia. Uuden vesivirran arvo lasketaan tehontarpeen ja jäähtymän avulla, joten päivitettäessä laskutusperusteena toimivan vesivirran arvo on hyvä ottaa huomioon mitattu todellinen jäähtymä. Jos sopimustehoa tai -vesivirtaa joudutaan kasvattamaan, asiakkaalta laskutetaan tarvittaessa myös lisäliittymismaksu. (Energiateollisuus ry 2014.) Kuvissa 11 ja 12 on esitetty, kuinka laskutusteho tai -vesivirta tarkistetaan ja miten toimitaan erilaisissa tilanteissa. Kuvissa 11 ja 12 esimerkkinä käytetään sopimus- ja laskutustehoa, mutta menetelmät pätevät myös sopimus- ja laskutusvesivirtojen tarkastamiseen. Kuvassa 11 sopimusteho toimii tehomaksun perusteena, jolloin sopimustehon muuttuessa laaditaan uusi lämpösopimus. Jos sopimusteho kasvaa, asiakkaalta peritään lisäksi lisäliittymismaksu. Liittymismaksua ei palauteta vaikka sopimusteho laskee, sillä maksettu teho pidetään ikään kuin varastossa mahdollista lisääntyvää tehontarvetta varten.



Kuva 11. Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteena toimii sopimusteho. Jos rakennuksen tehontarve muuttuu, päivitetään sopimustehoa sekä laaditaan uusi lämpösopimus. Sopimustehon kasvaessa peritään myös lisäliittymismaksu. (Energiateollisuus ry 2014)

Kuvassa 12 sopimus- ja laskutusteho ovat eriytetty ja rakennuksen tehontarpeen muuttuessa uutta lämpösopimusta ei tarvitse välttämättä laatia. Jos laskutusteho laskee, sopimustehoa ei tarvitse muuttaa, jolloin uutta sopimustakaan ei tarvitse laatia. Laskutus tapahtuu kuitenkin päivitetyn laskutustehon mukaan, jolloin asiakas maksaa kuluttamansa tehon mukaisesti tehomaksua. Jos tehomaksu kasvaa vain hieman laskutustehoa korkeammaksi, voi kaukolämpöyrittäjä oman harkinnan mukaan joko muuttaa sopimustehoa tai jättää se ennalleen. Jos tehontarve ja samalla laskutusteho nousee esimerkiksi rakennuksen laajennuksen myötä poikkeuksellisen paljon, myös sopimusteho tulee päivittää ja laatia samalla uusi lämpösopimus. Tällöin sopimustehon päivityksen yhteydessä asiakkaalta peritään myös lisäliittymismaksu. Kuvia 11 ja 12 vertailemalla voidaan havaita, että eriytettyssä sopimus- ja laskutustehossa tai -vesivirrassa esimerkiksi lämpösopimuksen päivittämistä ja lisäliittymismaksun perimistä ei ole välttämätöntä tehdä yhtä usein kuin, jos teho tai -vesivirtamaksun perusteena toimii sopimusteho tai -vesivirta.



Kuva 12. Liittymismaksun ja tehomaksun maksuperusteet rakennuksen tehontarpeen muuttuessa, kun sopimusteho on määritelmällisesti erotettu laskutustehosta. (Energiateollisuus ry 2014)

Sopimustehon tai -vesivirran voi tarkistaa usealla eri tavalla, ja kukin kaukolämpöyrittäjä voi toteuttaa tarkistamisen parhaalla katsomallaan tavalla. Tarkistamiselle sopiva menetelmä riippuu siitä, onko kohde vanha vai uusi, onko käytettävissä mittausdataa ja miten kaukolämpöyrittäjä haluaa tarkistamisen toteuttaa. Sopimustehon tai -vesivirran voi tarkistaa joko tuntiluentadatan, mittarin huippuarvoihin, erillisiin mittauslaitteisiin tai laskutettuun mittaukseen tai -vesivirtaan perustuvalla menetelmällä.

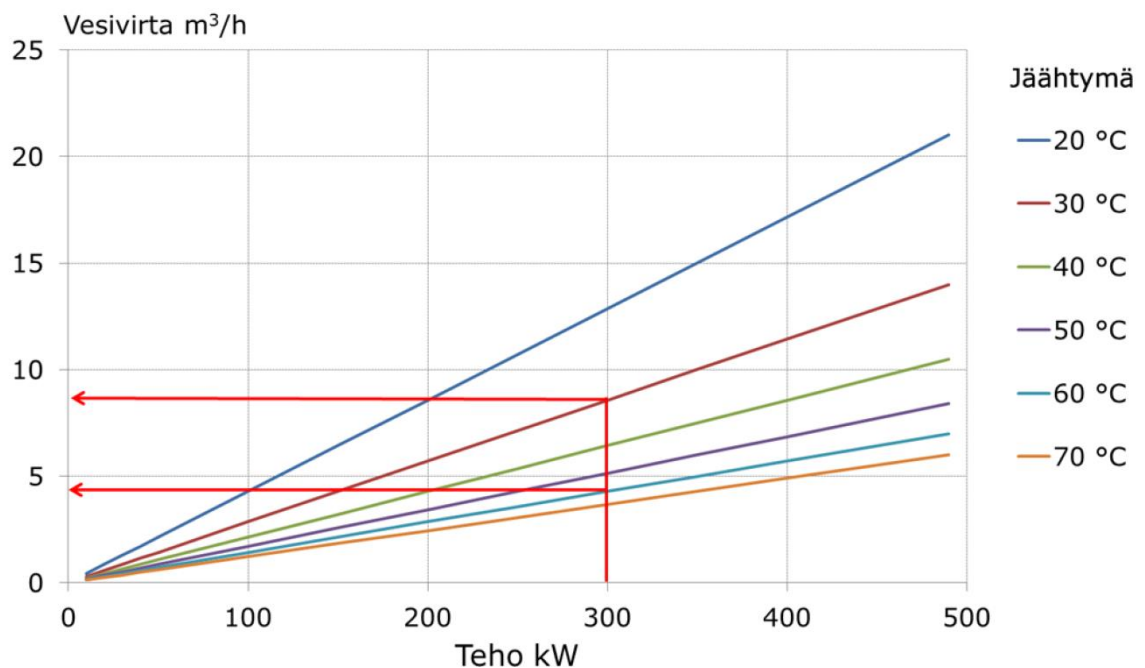
Asiakkaiden laskutusperusteet on hyvä saada vastaamaan todellisuutta, jotta vältetään asiakkaiden eriarvoistumiselta ja voidaan varmistaa verkon parempi toiminta. Jos asiakkaiden sopimustehot tai -vesivirrat eivät ole kohdallaan, voi verkon todellisen kuormituksen ja tuotannon tarve olla mahdotonta selvittää. Tällaisissa tilanteissa verkon dynamiikkaa on lähes tulkoon mahdotonta yrittää optimoida.

Jäähtymä

Jäähtymä ei ole perinteisesti toiminut kaukolämmön maksuperusteena, vaan perinteinen hinnoittelumalli on perustunut joko tehoon tai vesivirtaan. Nykyään jäähtyvyyden käyttö maksuperusteena on kuitenkin lisääntynyt erityisesti tehomaksun yhteydessä käytettynä, sen vahvan kulutusta ohjaavan vaikutuksensa vuoksi. Vesivirran arvo riippuu jäähtyvyydestä kaavan 2 mukaan, mutta tehoa laskettaessa ei välttämättä huomioida jäähtyvyyttä lainkaan. Jäähtyvyys vaikuttaa voimakkaasti vesivirtaan, mikä vesivirtaan perustuvassa laskutuksessa

kannustaa parantamaan jäähdyvyyttä. Jos asiakkaiden kaukolämpöveden jäähdytys on huono, vesivirta lämmönsiirtolaitteiden läpi kasvaa. Vesivirran kasvu ja huonontunut lämpöenergian siirto kasvattaa koko verkon painehäviöitä ja lisää siten pumppausenergian tarvetta. Lisäksi kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannossa verkon paluuvien on oltava riittävän matala, jottei vettä tarvitsisi jäähdyttää. Savukaasujen lämmöntalteenottolaitteiden toimivuus riippuu myös paljon paluuvien lämpötilasta. Paluuvien lämpötilan ollessa korkea, laitteiden hyötysuhteet laskevat voimakkaasti. (Energiateollisuus ry 2014) Jäähdytyksen parantaminen vähentää myös verkoston lämpöhäviöitä, sillä mitä matalammassa lämpötilassa kaukolämpövesi on sitä vähemmän lämpöä se luovuttaa ympäröivään maaperään. Lämpöhäviöiden vähentäminen on merkittävämpää kaukana lämmöntuotantolaitoksista. (Pöyry Finland Oy 2010)

Asiakkailla kiertävän kaukolämpöveden jäähdytystä tulee tarkkailla etenkin, jos laskutus perustuu tehoon. Kuvassa 13 on kuvattu, kuinka paljon vesivirta kasvaa, jos jäähdytys pienenee. (Energiateollisuus ry 2014) Kuvasta voidaan havaita, että jäähdytys puolittuessa vesivirta kasvaa lähes kaksinkertaiseksi. Jos kaukolämpöyritysten laskutusperusteena on ainoastaan kulutettu teho, eikä asiakkaiden jäähdytystä seurata säännöllisesti, on mahdollista, että verkossa on paljon huonosti jäähdyttäviä kohteita. Asiakkaatkaan eivät välttämättä huomaa vesivirran kasvua, sillä teho, jonka he kuluttavat, pysyy ennallaan vaikka jäähdytys huononisi. Jäähdytys on siis merkittävä tekijä kaukolämpöverkon toimivuuden kannalta erityisesti verkoissa, joissa laskutusperusteena on kulutettu teho. Asiakkaiden jäähdytyksen seuraminen ja ongelmiin puuttuminen parantaa verkon toimintaa. Jos jäähdytys otetaan huomioon laskutuksessa, asiakkailla on parempi motivaatio ylläpitää asiakaslaiteistaan hyvää huolta ja pyrkiä saavuttamaan mahdollisimman korkea jäähdytys.



Kuva 13. Vesivirta tehon ja veden jäähdytysfunktiona, kun jäähdytysarvoa muutetaan. (Energiateollisuus ry 2014)

Jäähtyvyyden seuraaminen vuorokausitasolla riittää, jos pyritään löytämään ja kartoittamaan väärin toimivia laitteita verkon toimivuuden parantamiseksi. Tämän tarkoituksen vuoksi ei ole mielekästä seurata tunnin huippuarvoja, jotka voivat vaihdella runsaasti esimerkiksi lämpimän käyttöveden kulutuksen mukaan. Jäähtyvyyttä voisi seurata esimerkiksi vuorokauden keskiarvoilla. Jäähtyvyys vaihtelee myös eri vuodenaikojen välillä, sillä talvella lämpöenergiaa tarvitaan enemmän, joten hyvään jäähtymään on helppo päästä, kun taas kesäaikaan jäähtymää voi olla vaikea pitää korkeana. Hyvänä jäähtyvyytenä asiakaslaitteissa voidaan pitää 60 °C talvella, kuitenkin aina laskutuskauden aikana jäähtyvyyden tulisi keskimäärin olla vähintään 25 °C. (Energiateollisuus ry 2010b) Toisaalta asiakkaiden ja kaukolämpöyri-tysten välisissä lämpösopimuksissa voidaan määrittää minimijäähtymän arvo, jota ei tulisi rikkoa.

Rakennustilavuus

Rakennustilavuutta voidaan myös käyttää kaukolämmön hinnoitteluperusteena ja useimmin sitä käytetään pientalojen kaukolämmön hinnoittelussa. Useilla kaukolämpöyrityksillä on erillinen pientalotariffi, mutta suuri osa yrityksistä on sisällyttänyt pientalojen hinnoittelun yhteiseen tariffirakenteeseen muiden rakennusten yhteyteen. Esimerkiksi Vapolla on erillinen pientaloille suunnattu rakennustilavuuteen perustuva pientalotariffi käytössä Karkkila-lassa. Pientalotariffi on usein rakennustilavuuteen perustuvan tehomaksun avulla muodostettu tariffi erityisesti kaukolämpöverkon pienille asiakkaille, kuten omakotitaloille. Energiamaksu voi pientalotariffissa olla joko samansuuruinen tai se voidaan hinnoitella eri tavalla kuin muille asiakkaille. Perustana erillisissä pientalotariffeissa on tehomaksun vakioi-minen tehosta tai vesivirrasta riippumattomaksi. Pientalotariffi on suunnattu usein sopimus-teholtaan, -vesivirraltaan tai rakennustilavuudeltaan tietyn kokoisille rakennuksille. Erilli-ssä pientalotariffissa ilmoitetaan mahdollinen eri energianhinta sekä tehomaksu. Erilli-ssä pientalotariffissa voi olla erikokoisille pientaloasiakkaille myös useita luokkia, joiden mukaan muun muassa tehomaksut määräytyvät. Useimmissa pientalotariffeissa hinta on kui-tenkin kaikille pientalokokoluokille sama. Pientalotariffin lisäksi rakennustilavuutta käyte-tään paljon pientalojen liittymismaksun suuruuden määrittämisessä. Tietyn kokoluokan pientaloille tai omakotitaloille annetaan usein kiinteä sopimusvesivirrasta tai -tehosta riip-pumaton liittymishinta. Suuremmille kohteille ei käytännössä tarjota rakennustilavuuteen perustuvia tariffeja. Suurten, kuten teollisuuskohteiden, hinnoittelu voi kuulua varsinaiseen tariffiin tai se voidaan määrittää tapauskohtaisesti sen nojalla, että kyseessä on poikkeuksel-linen asiakas.

Pientalotariffissa on kyse usein kiinteiden maksujen vakioimisesta eli kaikille pientaloille, jotka alittavat tietyn sopimustehon, -vesivirran tai rakennustilavuuden on samansuuruinen kiinteä vuosi- ja kuukausimaksu. Lisäksi energianhinnassa voidaan painottaa eri asioita pientaloilla, joten sen rakenne voi olla erilainen kuin muilla asiakkail- la. Suomessa sekä Ruotsissa monilla yrityksillä on käytössään pientalotariffi, joko erillisenä tariffina tai muu-ten huomioituna hinnoittelussa. Ruotsissa pientaloille on jopa tariffeja, joissa hinnoittelu pe- rustuu pelkästään energiamaksuun.

3.3 Kaukolämmön tuotteistetut hinnoittelumallit

Kaukolämmön uusien hinnoittelumallien kehitys on viime aikoina ollut varsin maltillista, vaikka niiden päivittäminen onkin lisääntynyt. Pääsuuntauksena kaukolämmön hinnoittelun kehityksessä on hinnoittelun tuotteistaminen sekä samanaikaisesti useiden erilaisten vaihtoehtojen tarjoaminen asiakkaille. Sekä Suomessa että Ruotsissa kaukolämmön hinnoittelun muutos perinteisestä mallista tuotteistettuun hinnoitteluun ja useampaan vaihtoehtoon on lähtenyt liikkeelle suurimmista kaupungeista. Pienempien kaupunkien kaukolämmön hinnoittelu on sekin muuttumassa suurten kaupunkien jalanjäljissä. Kaukolämpöyritysten hinnoittelun muutosta ohjaavat monet ulkoiset tekijät sisäisten tekijöiden lisäksi. Esimerkiksi Suomessa Reilu kaukolämpö -laatu- ja hintajärjestelmään edellytetään nykyään kaukolämpöyrityksen hinnoittelumallien tuotteistus (Energiategollisuus ry 2016d). Tämä lisää varmasti hinnoittelumallia muuttavien yritysten määrää erityisesti sekä järjestelmään kuuluvien että jäsenyyttä tavoittelevien yritysten keskuudessa. Tässä luvussa esitellään uudistettuja, tällä hetkellä kaupallisessa käytössä olevia, tuotteistettuja kaukolämmön hinnoittelumalleja. Useimmat hinnoittelumallit ovat käytössä jo useissa kaukolämpöyrityksissä, mutta harvinaisempia hinnoittelumalleja käydään myös läpi. Vuonna 2014 suurimmalla osalla Suomen kaukolämpöyrityksistä oli käytössään perinteinen hinnoittelumalli, mutta Ruotsissa sen sijaan uudemmat hinnoittelumallit, kuten kausihinnoittelu, ovat paljon yleisempiä. Ruotsissa lähes puolella kaikista kaukolämpöyrityksistä on käytössään jo kausihinnoittelu, kun Suomessa alle 10 yrityksellä on kausihinnoittelu. (Energiategollisuus ry 2016c, Rydén et al. 2013) Tuotteistettuja hinnoittelumalleja on kuitenkin käytössä molemmissa maissa laajasti.

Liittymismaksu on otettu mukaan kaukolämmön hinnoittelun uudistamiseen ja erilaisia liittymismaksuja on useilla kaukolämpöyrityksellä. Liittymismaksu on usein monelle asiakkaalle suuri ja investointikustannus vaikuttaa lämmitysjärjestelmän valintaan. Tähän muun muassa Ruotsissa käytössä oleva liittymän vuokraus -menetelmä voi tuoda monelle asiakkaalle helpotuksen. Periaatteena on, että asiakas niin sanotusti vuokraa lämmityslaitteistoa ja koko liittymää kaukolämpöyritykseltä ja maksaa sitä vastaan kuukausittaista vuokraa. Vuokra maksetaan muun lämmönkulutuksen ohella, ja se vaihtelee, kuten liittymismaksut muutenkin, asiakaskohtaisesti. Näin alkuinvestoinnilta voidaan säästyä ja maksaa liittymä pikkuhiljaa kulutuksen ohessa. Vuokrauskäytäntöä voi myös muuttaa siten, että asiakas maksaa osan lämmityslaitteistosta ja liittymästä itse ja maksaa jatkossa edellistä vaihtoehtoa pienempää vuokraa lämmönkulutuksen lisäksi. Näin voidaan saada enemmän asiakkaita mukaan, jos alkuinvestointi kaukolämpöön olisi muutoin liian suuri. Liittymän vuokrauksen yhteydessä edellytetään asiakkaita myös sitoutumaan kaukolämpöön tietylle ajanjaksolle, esimerkiksi viideksi vuodeksi. (Wirén 2005) Suomessa vastaavaa liittymismaksun vuokrausta ei ole jatkuvasti tarjolla yhdelläkään kaukolämpöyrityksellä.

Suomessa myös tehomaksu perustuu vielä suurimmalla osalla yrityksistä sopimustehoon tai -vesivirtaan, eli asiakkaiden maksaman tehomaksun suuruus perustuu sopimukseen kirjattuun sopimustehoon tai -vesivirtaan, vaikka se ei vastaisikaan enää todellisuutta. Jotkin yritykset tarkastavat hinnoittelun perusteena olevan vesivirran tai tehon säännöllisesti, mutta

isolla osalla asiakkaista maksuperustetta ei tarkisteta ilman asiakkaalta lähtöisin olevaa pyyntöä. Toisaalta, joidenkin kaukolämpöyritysten tehomaksu perustuu asiakkaan todelliseen huippukulutukseen. Varsinaiseen tehontarpeeseen perustuvalla laskutuksella on tarvetta, sillä asiakkaat voivat kuluttaa sopimukseen alun perin kirjattua sopimustehoa tai -vesivirtaa enemmän tai vähemmän. Hinnoittelu ei tällöin vastaa kulutusta. Huipputehon ottaminen huomioon hinnoittelussa takaa, että tehomaksu vastaa asiakkaan käyttämää suurinta tehoa. Jos sopimusteho tai -vesivirta toimii laskutusperusteena, kaukolämpöyrityksen on hyvä tarkistaa niiden suuruus säännöllisesti, jotta laskutus vastaisi mahdollisimman hyvin kulutusta. Jos tehomaksun perustuu aikaisempaan kulutukseen, on otettava huomioon useita asioita. Esimerkiksi tehomaksun perustuessa edellisen kalenterivuoden maksimikulutukseen, asiakkaat maksavat tehohuipusta, joka on kulutettu lähes kaksi vuotta aikaisemmin. Tällainen järjestelmä reagoi hyvin hitaasti asiakkaan tekemiin kulutuksen muutoksiin, kun taas esimerkiksi edellisen kuukauden huippukulutukseen perustuva tehomaksu kannustaa asiakkaita jatkuvasti tarkkailemaan kulutusta ja välttämään huippupiikkejä. (Stridsman et al. 2012) Toisaalta, jos tehomaksu perustuu esimerkiksi edellisen kuukauden kulutukseen, jatkuvasti muuttuvat hinnat voivat hämmentää asiakkaita. Tämän vuoksi pidemmän ajan, esimerkiksi yhden tai useamman vuoden huippukulutukseen perustuva tehomaksu voi olla perustellumpi vaihtoehto. Usein aikaisempaan kulutukseen perustuvassa tehomaksussa lasketaan useiden huippukulutustuntien keskiarvo ja joissakin malleissa jätetään mittausepätauksen tai muiden virheiden vuoksi huomioimatta korkeimmat arvot. Joissain malleissa taas lasketaan riittävän monen perättäisen huippukulutustunnin keskiarvo, joka toimii tehomaksun laskutusperusteena. Vaihtoehtoja todelliseen kulutukseen perustuvassa tehomaksussa on siis useita.

Kaukolämmön hinnoittelua voidaan muokata myös toiseen suuntaan eli muuttaa siitä entistä kiinteämmäksi ja helpommin ennustettavaksi. Tämä vaihtoehto voi olla hyvä erityisesti taloyhtiöille, jotka haluavat tehdä mahdollisimman tarkan budjetin yhtiön menoista. Kiinteämmässä maksussa usein kasvatetaan perusmaksun osuutta runsaasti tai poistetaan energiamaksun vaihtelu jopa kokonaan. Tällöin on tosin seurattava asiakkaan kulutusta ja todennettava, että laskutus on toteutettu oikean kulutuksen mukaan. Täysin kiinteää laskutusta läpi vuoden ei kuitenkaan kannata soveltaa suurille asiakkaille, sillä jos heidän kulutuksensa kasvaa prosentuaalisesti edes vähän, se voi vaikuttaa tuotantoon ja kustannusvastaavuuteen. Vaikka kiinteän maksukauden jälkeen laskutus tarkastettaisiin ja perittäisiin mahdollisesta liian suuresta kulutuksesta lisämaksua, asiakkaan toiminta voi kuitenkin haitata kaukolämpöyrityksen lämmöntuotantoa rajustikin kiinteän maksukauden aikana. Pienempien asiakkaiden kulutusvaihtelut eivät vaikuta niin paljon kaukolämpöjärjestelmään, joten heille täysin kiinteää maksu voi toimia hyvin. Kiinteissä maksuissa on hyvä todentaa laskutuksen oikeellisuus kulutusjakson jälkeen ja veloittaa tai hyvittää asiakkaalle kulutuksen mukaisesti. Tässä voidaan usein sallia kulutuksen pienet vaihtelut ja määrätä esimerkiksi jokin tietty prosentuaalinen osuus minkä yli tai alle asiakkaan kulutus ei saa mennä. Asiakkaille voidaan vaihtoehtoisesti tarjota myös pienen kiinteän maksun osuuden sisältäviä tariffeja, eli energiamaksun

osuus kasvaa ja kulutuksen rooli lisääntyy hinnoittelussa. Tämä ei välttämättä täytä kustannusvastaavuuden kriteerejä, mutta se kannustaa asiakkaita erityisesti leikkaamaan huippukulutustaan. Näiden väliltä variaatioita on runsaasti tarjolla.

Asiakkaille voidaan tarjota myös hinnoittelua, jossa hinta pysyy tietyn ajan, kuten kolme tai viisi vuotta, muuttumattomana. Se eroaa täysin kiinteästä hinnasta siten, että maksettava hinta vaihtelee kulutuksen mukaan, mutta hintojen noususta ei tarvitse huolehtia. Esimerkiksi energiahinta voidaan pitää samana asiakkaalle esimerkiksi kolmen vuoden ajan, jolloin lämmityskustannusten ennustaminen helpottuu. Joissakin tapauksissa erikokoiset asiakkaat huomioidaan hinnoittelussa, ja kaukolämpö voidaan hinnoitella hyvin erityyppisille asiakkaille myös asiakaskohtaisesti. Tällaisessa tapauksessa on oltava selkeät perustelut eriävälle hinnoittelulle, sillä samankaltaisia asiakkaita ei saa kohdella toisistaan poikkeavalla tavalla. Usein eriävä hinnoittelu laaditaan esimerkiksi poikkeuksellisen suurelle asiakkaalle tai asiakkaalle, jonka kulutus poikkeaa hyvin paljon tavallisesta kulutusprofiilista.

Tehomaksuna ja sen lisänä voidaan pitää myös erillistä huipputehomaksua. Huipputehomaksua perivillä yrityksillä normaali tehomaksu perustuu usein sopimusvesivirtaan ja tehon mukaan laskutetaan vain huippukulutustunneista. Huipputehojen tarkastelujakso voi olla esimerkiksi muutamia vuosia. Tehoarvot valitaan korkeimman kulutuksen tunneista kuten todelliseen kulutukseen perustuvassa tehomaksussakin. Tarkastelujakson ajalta voidaan valita esimerkiksi viisi korkeimman kulutuksen tuntiarvoa ja laskea näistä keskiarvo. Hetkellisen epänormaalin kulutuksen tai mittavirheiden eliminoimiseksi arvoista voidaan myös poistaa korkeimmat piikit.

Jäähtyvyshinnoittelu on nykyään yleistynyt ja erityisesti Ruotsissa se on käytössä useilla kaukolämpöyrityksillä. Jäähtyvyyden arvo perustuu käytännössä vesivirran suuruuteen, ja erilaisia jäähtyvyshinnoittelun rakenteita ja eri malleja esiteltiin tarkemmin jo luvussa 3.2.4. Tarkoituksena jäähtyvyshinnoittelussa on ottaa huomioon kaukolämpöveden jäähtymä asiakkaiden laitteistossa. Useissa malleissa asiakas joutuu maksamaan jäähtyvyysmaksua, jos jäähtyvyys on huono ja hyvitystä saavat ne asiakkaat, joiden kaukolämpöveden jäähtymä on kiitettävä.

Kausihinnoittelu on yleisesti implementoitu uusi kaukolämmön hinnoittelumenetelmä erityisesti Ruotsissa. Suomessakin 7 kaukolämpöyritystä on jo siirtynyt kaukolämmön kausihinnoitteluun ja määrä tulee varmasti kasvamaan lähivuosina. Usein kaukolämpöyritys, muuttaessaan hinnoittelun kausihinnoitteluksi, poistaa kokonaan vakiosuuruisen energiamaksun pois tarjonnasta. Joillekin yrityksille se on edelleen kuitenkin vaihtoehtona. Energiahintoja voidaan tarkistaa tarvittaessa edelleen vuoden aikana, mutta kausihinnoittelussa se on harvemmin tarpeen. Kausihinnoittelun kesähinnan ja talvihinnan suhteet vaihtelevat melko paljon ja esimerkiksi Ruotsissa suurin suhde talvi- ja kesähinnan välillä on noin viisinkertainen, mutta useimmiten talvihinta on vain noin kaksinkertainen verrattuna kesähintaan (Larsson 2011b).

Kausihinnoittelun lisäksi voidaan energiamaksut määrätä myös esimerkiksi joka kuukaudelle. Kausien määrää ei rajoiteta missään, mutta asiakkaille useampien kausien määrä voi olla vaikea käsitellä. Tuotannon marginaalikustannusten vuoksi kausia siis voisi olla enemmänkin, mutta yleisimmin kaukolämpöyritykset ovat tyytyneet kahteen tai kolmeen kausiin. (Stridsman et al. 2012). Kausien määrässä on kuitenkin hyvä ottaa huomioon myös tuotannon kustannusten ennustettavuus. Tuotantokustannuksia voi olla vaikea ennustaa tarkkaan kuukausitasolla ja asiakkaiden kulutuskin voi vaihdella rajusti kausihinnoittelun vuoksi. Kausihinnoittelua suunniteltaessa on siis hyvä ottaa tarkasti huomioon kaikki merkittävät tekijät.

Uusissa hinnoittelumalleissa on hyvä ottaa huomioon myös kaukolämmön kilpailukykyyn säilyttäminen. Kun muut lämmitysmuodot ovat yleistyneet, on kaukolämmön pystyttävä pitämään hinnoittelunsa kilpailukykyisenä, niin että se toimii myös muiden lämmitysmuotojen kanssa yhdessä. Tämän vuoksi hybridihinnoittelu voi yleistyä entisestään lähiaikoina. Hybridilämmittämisessä kaukolämpö ei ole pääasiallinen lämmitysmuoto vaan rinnalla toimii esimerkiksi lämpöpumppu. Kuten luvussa 3.1 esiteltiin lämpöpumput voivat vaikuttaa koko kaukolämpöjärjestelmään vähenevällä kulutuksella sekä tuotantolaitokselle palaavan kaukolämpöveden lämpötilan kohoamisella. Muiden lämmönlähteiden käyttö vähentää luonnollisesti kaukolämmön kulutusta ja verkoston paluuvesi voi nousta jos kytkentä on suoritettu kaukolämmön kannalta epäedullisesti. Molemmat tekijät näistä tekijöistä heikentävät siirtoverkon tehokkuutta ja kaukolämpöverkkoon kytketyssä yhteistuotantolaitoksessa tuotettu sähköntuotanto voi pienentyä. Lämmöntuotannon ja -jakelun energiatehokkuuden heikentyminen nostaa yhteistuotannon yksikkökustannuksia ja voi siten nostaa myös asiakkaiden kaukolämpölaskua. Toisaalta yhteistuotannon polttoaineiden kulutus voi pienentyä lämpökuorman ja sähköntuotannon vähentyessä. (Rämä 2015) Suurten lämmöntuotantolaitosten yksikkökustannukset pysyvät kuitenkin matalina vain jos laitoksia voidaan ajaa optimaalisesti, mikä usein tarkoittaa laitoksen ajamista täyskuormalla. Suomessa ja Ruotsissa on joillakin kaukolämpöyrityksillä erityinen hybridihinnoittelu ja esimerkiksi Suomessa ensimmäisenä hybridilämmittäjille suunnatun tariffin otti käyttöön Vapo. Ruotsissa hybridihinnoittelu on hieman yleisempää kuin Suomessa. Suomessa hybridihinnoiteltu kaukolämpö perustuu usein samaan hinnoittelumalliin kuin tavallinenkin, mutta energiamaksusta peritään usein korkeampaa hintaa, jotta se vastaisi paremmin kulutusaikojen tuotantokustannuksiin. Ruotsissa hybridikohteiden kaukolämmön hinnoittelussa vaihtelee käytettävä malli. Riippuen muusta hinnoittelusta peritään joko vain energiamaksua, eikä ollenkaan kiinteitä maksuja tai vaihtoehtoisesti hybriditariffiin kuuluvat kiinteät maksut sekä energiamaksu kuten Suomessakin. Hybridihinnoittelua voidaan soveltaa useisiin lisälämmönlähteisiin, joita käytetään kaukolämmön ohella.

Erityisesti saneerauksen yhteydessä 1960–1990-luvun rakennukset ovat potentiaalisimpia poistoilmalämpöpumppu -järjestelmien (PILP) asennuskohteita, sillä niiltä vaaditaan korjaustoimenpiteissä myös tiukkoja energiansäästötoimenpiteitä. Teknologian tutkimuskeskus oy VTT:n toteuttamassa tutkimuksessa (Rämä 2015) tarkasteltiin juuri edellä mainittuun

ikähaarukkaan ja kaukolämpöön liitettyjen rakennusten PILP-järjestelmien vaikutuksia kaukolämpöjärjestelmään. Tutkimuksessa todettiin, että PILP-järjestelmän ansiosta asuinkerrostalojen kaukolämmönkulutus voi vähentyä jopa 50 %. Tällöin kuitenkin sähkönkulutus kohteissa kasvaa ja lisäksi kaukolämpöjärjestelmän energiatehokkuus voi pienentyä. Lisäksi paluulämpötila voi kohota koko verkostossa. Paluulämpötilan kohoamiseen voidaan kuitenkin vaikuttaa PILP:n kytkennällä lämmönvaihdinjärjestelmässä. Jos PILP kytketään kaukolämmön kanssa rinnan, lämpöpumppu vaikuttaa paluulämpötilaan vain hyvin vähän tai ei ollenkaan. Tärkeää rinnankytkennässä on mitoittaa kaukolämmönvaihdin riittävän suureksi, sillä vain osateholle mitoitettu vaihdin voi nostaa paluulämpötilaa. Jos taas PILP kytketään sarjaan kaukolämmönvaihtimen kanssa, se aiheuttaa ongelmia paluulämpötilan pitämisessä matalana. Mikäli paluulämpötila verkossa nousee sarjaan kytkettyjen PILP:ien vuoksi, kaukolämpöyrityksellä on syytä ottaa jäähtyvyys huomioon hinnoittelussa. Jos paluulämpötila nousee verkossa, jossa kaukolämpö tuotetaan pääsääntöisesti yhteistuotannolla, se voi heikentää koko järjestelmän kokonaistehokkuutta. Kokonaistehokkuus heikentyy myös silloin, kun CHP- tai erillistuotantolaitoksessa on käytössä savukaasupesuri, sillä sen tehokkuus laskee huomattavasti paluuveden lämpötilan kohotessa. Ristiriitainen tilanne syntyy myös siitä, että PILP:t käyttävät enemmän sähköenergiaa, mutta alentuneen lämpökuorman johdosta sähköä ei ole kannattavaa tuottaa CHP-laitoksissa yhtä paljon. (Rämä 2015) Tätä ongelmaa ei tosin esiinny erillistuotannolla tuotetussa kaukolämmössä, sillä rakennusasteen pienene mistä ei esiinny. PILP:t voivat jopa leikata huippukulutuspiikkejä, jolloin usein fossiilisilla polttoaineilla toimivia varalämpökeskuksia ei tarvitse käynnistää. Näin ollen PILP:eillä voi olla jopa positiivisia taloudellisia vaikutuksia. Tämä täytyy ottaa huomioon hinnoittelussa, jos kaukolämpöyrityksellä on erillinen, kalliimpi hybridihinnoittelu.

Erilaisia hybridilämmönlähteitä on useita ja ne ovat koko ajan yleistymässä. Sekä asiakaskohtaisesti että koko verkon osalta vaihtoehtoisia lämmönlähteitä voidaan hyödyntää lämmöntuotannossa. Asiakaskohtaisia lämmönlähteitä voi olla esimerkiksi erilaiset aurinkolämpöjärjestelmät, hake- tai pellettilämmitys, erilaiset lämpöpumput, joista edellä on mainittu erityisesti PILP:t, sekä sähkölämmitys. Kaukolämmön kanssa yhdessä voidaan käyttää tukilämmönlähteinä muun muassa aurinkolämpöä ja lämpöpumppuja. Eri lämmönlähteiden kanssa on huomioitava niiden mitoitusarvot, kuinka suurelle osalle lämmöntarpeesta ne on mitoitettu. Esimerkiksi aurinkolämpö ei pienennä enimmäislämmöntarvetta lainkaan. (Energiateollisuus ry 2014)

Kaukolämmön uudemmissa hinnoittelumalleissa on viime aikoina panostettu hinnoittelun tuotteistamisen lisäksi erilaisiin palveluihin ja lämpötuotteisiin. Erilaisia palveluita tarjoavia kaukolämpöyrityksiä on nykyään paljon, ja tarjolla olevat tuotteet ja palvelut vaihtelevat runsaasti. Erilaisia tuotteita ja palveluita, joita kaukolämpöyritykset tarjoavat kaukolämmön ohella ja lisäksi ovat esimerkiksi

- ekolämpö
- allaslämpö
- erilaiset sulanapitojärjestelmät

- avaimet käteen -kaukolämpö
- huolto- ja ylläpitosopimukset
- erilaiset energiakatselmukset.

Suomessa jotkin kaukolämpöyritykset tarjoavat hinnoittelussaan mahdollisuutta ostaa esimerkiksi biopolttoaineilla tuotettua kaukolämpöä. Suomessa ekolämpö sisällytetään energiamaksun tariffiin tai peritään erillisenä kuukausimaksuna. Sen hinta on siis usein hieman tavallista energiamaksua korkeampi tai muutaman euron siihen lisäksi riippuen asiakkaan kulutuksesta. Ruotsissa samantapaista ekolämpöä myyviä kaukolämpöyrityksiä on hieman enemmän kuin Suomessa, jossa vain muutama yritys tarjoaa erityistä ekolämpöä. Ekolämpö toisaalta vaatii nimensä mukaisesti tuotannon uusiutuvuutta ja energiatehokkuutta. Ruotsissa osalla näistä yrityksistä niin sanottu vihreä lämpö on ainoa tuote eli heidän koko kaukolämpötoiminta perustuu ekologisesti biopolttoaineilla tai hukkalämmöllä tuotettuun kaukolämpöön. Suurimmalla osalla yrityksistä vihreä kaukolämpö on kuitenkin vaihtoehtona lisämaksusta, kuten Suomessakin. Ruotsissa yksi vihreän kaukolämmön merkki on kehitetty yhteistyössä Naturskyddsföreningenin eli Ruotsin luonnonsuojeluyhdistyksen kanssa. Merkkiä kutsutaan Bra miljöval -merkiksi ja sen voi saada, jos yritys tuottaa kaukolämmön uusiutuvilla energialähteillä, käyttämättä esimerkiksi palmuöljyä, sekä täyttää tiukat ympäristövaatimukset tuotannossa ja polttoaineissa. (Naturskyddsföreningen 2016) Ruotsissa erityinen merkki takaa valvonnan ja kaukolämmön todellisen ekologisuuden kun taas Suomessa erillistä ekologisen kaukolämmön merkkijärjestelmää ei ole käytössä. Suomessa ekolämpö voi esimerkiksi tarkoittaa, että vain osa kaukolämpöyrityksen tuottamasta kaukolämmöstä on uusiutuvilla energialähteillä tuotettua. Se voi myös olla kaukolämpöyrityksen keino kannustaa ihmisiä tukemaan yrityksen tavoitteita uusiutuvien energialähteiden lisäämiseen. Tällöin ekolämmöstä maksettava hinta on niin sanottu lupaus parantaa kaukolämmön ympäristöystävällisyyttä. Ruotsissa osalla yrityksistä on myös oma hiilineutraali- tai ympäristöneutraalikaugolämpötuote, mutta suuri osa yrityksistä on kuitenkin Bra miljöval -kaukolämpömerkin piirissä. (Naturskyddsföreningen 2016)

Ruotsissa joillakin kaukolämpöyrityksillä on tarjolla niin kutsuttu allaslämpö, eli kaukolämpöä voi ostaa uima-altaan veden lämmittämiseen yleensä kesäkaudella loppukeväästä alkuksyyn. Allaslämmön tämänhetkinen hinnoittelu muodostuu ainoastaan energiamaksusta. Kaukolämpöyritykset, joilla on kausihinnoittelu käytössä kannustavat erityisesti valitsemaan allaslämmön ainakin kesän ajaksi, sillä sen saa alemmalla energiahinnalla kuin talviaikaan. Talvella lämmittäminenkin on mahdollista, mutta tällöin lämmitysenergiaa kuluu paljon enemmän ja näin ollen laskukin on suurempi. Jotkin kaukolämpöyritykset tarjoavat mahdollisuutta solmia erillinen allaslämmityssopimus, jossa energiahinnan saa vielä halvemmalla, mutta lisäksi maksetaan kiinteä summa. Tällaista sopimusta tarjotaan asiakkaille, joiden kesän kulutus on esimerkiksi juuri uima-altaan vuoksi suurempaa kuin talviaikaan. Kaukolämmön kulutus kesällä on paljon vähäisempää kuin talvella lämmityksen vähyyden vuoksi, joten kesäajan kulutuksen kasvu voi lisätä kaukolämpöyrityksen kokonaiskannattavuutta. Vastavuoroisesti kaukolämpöyritykset voivat kehittää taviajalle myös omia tariffeja. Esimerkiksi erilaisia sulanapitojärjestelmiä kaukolämpöyritykset voivat myydä asiakkailleen talven

ajaksi. Sulanapidon lämpö voidaan ottaa kaukolämmön paluuputkesta, jolloin paluuveden lämpötilaa on mahdollista laskea. Tämä voi taas kasvattaa verkon energiatehokkuutta.

Erilaiset asiakkaille tarjottavat palvelut, sekä liittyessä kaukolämpöön että sen kulutuksen aikana, ovat yleisiä sekä Suomessa että Ruotsissa. Esimerkiksi avaimet käteen -tuotteessa voidaan tarjota asiakkaalle mahdollisuutta tilata kokonaisvaltainen kaukolämmönasennus-palvelu kaukolämpöyritykseltä. Useimmat kaukolämpöyritykset sekä Suomessa että Ruotsissa sisällyttävät muun muassa kaivuu-urakoinnin kokonaisuudessaan liittymismaksuun. Lisäksi muun muassa työmaan siistiminen ja putkien asennus kuuluvat automaattisesti liittymismaksuun. Näiden lisäksi kaukolämpöyritykset ovat ryhtyneet tarjoamaan asiakkaille enemmän palveluita liittymisen yhteydessä. Esimerkiksi asiakaslaitteiden tilaaminen ja asentaminen tai niiden hankinnan opastaminen, vanhan lämmitysjärjestelmän, esimerkiksi öljypannun poistaminen ja asfaltointi tai nurmikon istutus voivat olla kaukolämpöyrityksen lisäpalveluita liittymisen yhteydessä. Avaimet käteen -palvelussa pyritään siihen, ettei asiakkaan tarvitsisi tehdä mitään kaukolämpöön liittyessä vaan kaukolämpöyritys hoitaa liittymisen ammattitaitoisesti, oikeilla laitteilla ja urakoitsijoilla. Avaimet käteen -palveluissa asiakas voi usein tehdä kotitalousvähennyksiä, joten kaukolämpöyrityksen on hyvä mainita tästä myös asiakkaille.

Muita palveluita voi esimerkiksi olla erilaiset huolto- ja ylläpitosopimukset, joissa asiakkaille tarjotaan mahdollisuutta jatkuvaan ja varmaan huoltoon. Huolto- ja ylläpitosopimuksissa peritään asiakkaalta usein kuukausittaista maksua, jota vastaan asiakkaiden ei tarvitse itse muistaa, milloin kaukolämpölaitteisto kaipaa huoltoa tai uusimista. Asiakkaille tarjotaan myös asiakaslaitteiden tarkistamista säännöllisesti jopa useita kertoja vuodessa sekä kerrotaan mahdollisista uusista investointitarpeista. Huoltosopimuksia on usein erihintaisia sopimusten kestosta sekä eri toiminnoista riippuen. Lisäksi kaukolämpöyritykset voivat tarjota asiakkaalle erilaisia katselmuksia muun muassa kaukolämmityslaitteiden katselmuksia. Katselmuksessa asiakkaalle voidaan antaa vinkkejä energiantehostustoimenpiteisiin, joilla voidaan parantaa asiakaslaitteiden ja rakennuksen energiatehokkuutta sekä antaa ohjeita energiankulutukseen. Virallisiin katselmuksiin on oltava pätevyydet, mutta kaukolämpöyritys voi opastuksella auttaa asiakasta käyttämään tehokkaammin energiaa ja parantamaan rakennuksen energiatehokkuutta.

Lisäksi kaukolämpöyritykset tarjoavat asiakkailleen esimerkiksi kaukolämpölaitteiden lisäopastusta sekä erilaisia asiakasportaaleja, joista asiakkaat voivat nähdä lämmönkulutuksensa verkossa jopa lähes reaaliaikaisesti. Tämä tosin vaatii tuntuuennan, mutta kuukausiluennalakin voidaan tarjota asiakkaille informatiivista ja hyödyllistä tietoa heidän kulutuksestaan. Erilaiset tuotteet ja palvelut tulevat varmasti lisääntymään tulevaisuudessa ja kaukolämpöalan kilpailukyky paranee varmasti henkilökohtaisen palvelun kautta.

4 Uudet hinnoittelumallit

Kuten aiemmissa luvuissa on tullut esille, hinnoittelun muuttaminen on tarpeellista ja osittain jopa välttämätöntä. Uusien hinnoittelumallien kehityksessä hyvänä tavoitteena voidaan pitää esimerkiksi nykyisiä sähkömarkkinoita, joissa tuntihinnoittelu on arkipäivää. Tuntihinnoittelu avaa sekä kaukolämpöasiakkaille että -yrityksille monia uusia mahdollisuuksia, joita käydään läpi tarkemmin luvussa 4.2.1. Uusissa hinnoittelumalleissa pitäisi pyrkiä parempaan kustannusvastaavuuteen sekä asiakkaiden tyytyväisyyteen. (Sarvaranta et al. 2012) Tällaisiin tavoitteisiin voidaan päästä esimerkiksi kausihinnoittelun implementoinnilla ja erilaisten palveluiden tarjoamisella asiakkaille. Erilaisen automaation lisääminen auttaa kaukolämmön kehittymistä eteenpäin ja mahdollistaa paljon uusia tapoja säästää energiankulutuksessa ja asiakkaiden sekä kaukolämpöyrityksen kustannuksissa.

Tässä luvussa pyritään esittämään kattavasti uusia hinnoittelumalleja, jotka voivat olla vielä tutkimusvaiheessa. Lisäksi käydään läpi miten esimerkiksi tuntihinnoittelua voidaan hyödyntää tulevaisuuden hinnoittelussa. Lisäksi pohditaan varmasti vaikeinta tekijää hinnoittelun suunnittelussa eli asiakkaiden reaktioita hinnoittelumallin implementoinnin jälkeen. Asiakkaat voivat muuttaa kulutustaan ennalta-arvaamattomasti, mikä voi vaikuttaa paljon kaukolämpöjärjestelmään ja jopa kustannusrakenteeseen.

4.1 Hinnoittelun muuttamisen tarve

Edellisissä luvuissa on käynyt selväksi, että kaukolämmön hinnoittelun uudistaminen nyky-aikaiseksi on tällä hetkellä tärkeää, jotta saavutetaan riittävä kilpailukyky muihin lämmitysmuotoihin verrattuna sekä asiakkaiden luottamus kaukolämpöön hyvänä lämmitysmuotona. Hinnoittelun muuttamisessa on tärkeää pitää hinnoittelu riittävän yksinkertaisena, selkeänä ja helppona ymmärtää. Tämä on, kuten aiemmin on esitetty, tärkeä valtti kaukolämmölle erityisesti hinnoittelussa. Vaikka suurin osa asiakkaista olisikin tyytyväisiä kaukolämpöyritysten tämänhetkiseen perustuotteeseen, osalle asiakkaista samanlainen tuote ei enää ole riittävä heidän tarpeisiinsa. (Energiateollisuus ry 2013) Asiakkaiden tyytyväisyys lisääntyisi varmasti useampien tuotteiden ja valinnanvaran kasvaessa. Lisäksi vuorovaikutukseen tulisi panostaa yhä enemmän.

4.1.1 Kaukolämmöntuottajan näkökulma

Kaukolämmön hinnoittelussa kustannusvastaavuus on varmasti suurin ohjaava tekijä, mutta hinnoittelussa tulee ottaa paljon muitakin asioita huomioon. Esimerkiksi hinnoittelun selkeys asiakkaille antaa kaukolämpöyrityksillä vaatimuksen ja syyn panostaa hinnoitteluun. Lisäksi poliittiset ohjauskeinot vaikuttavat hinnoittelun muuttamiseen ja erityisesti muuttuvat rakennusmääräykset energiatehokkuuden parantamisesta rakennuksissa ohjaa hinnoittelua varmasti. Kaukolämpöyrityksillä on myös aina erilaisia riskejä jos hinnoittelu ei ole kustannusvastaavaa. Energiankulutusta on vaikea siten ennustaa ja siten myös tuotannon suunnittelu vaikeutuu. Lisäksi kohtuuton hinnoittelu on kilpailulain mukaan laitonta.

Kaukolämmön hinnoittelun muuttamisessa on otettava huomioon myös, tarvitseeko laskutusperustetta muuttaa esimerkiksi sopimusvesivirrasta tai -tehosta laskutusvesivirtaan tai -tehoon tai vain vesivirrasta maksuperusteena tehoon. Teho laskutusperusteena on asiakkaille selkeä, mutta jos jäähtyvyyttä ja sitä kautta vesivirtaa ei seurata riittävästi voi siitä koitua kaukolämpöverkolle ja sen optimaaliselle toiminnalle ongelmia. Sopimusteho tai vesivirta voi vaihdella rajusti todellisesta kulutuksesta, mikä vaikeuttaa kaukolämpöjärjestelmän ennustettavuutta. Jos kulutukset eivät vastaa laskutusperusteita, kaukolämpöyrityksille voi tulla epämieluisia yllätyksiä laskutusperusteita tarkastettaessa ja huonoimmassa tapauksessa kaukolämmön hinnoittelu ei ole enää kustannusvastaavaa.

4.1.2 Asiakkaiden näkökulma

Kaukolämmön ja sen hinnoittelun uudistumista kaipaavat varmasti eniten asiakkaat, mutta uudistamisesta on samaan aikaan hyötyä myös kaukolämpöyrityksille. Vaikka kaukolämmöllä onkin suuri markkinaosuus ja sitä pidetään luotettavan kokonaispalvelun tarjoajana, asiakkaat eivät välttämättä ole tyytyväisiä kaukolämpöyritysten toimintaan. Kaukolämpöasiakkaat ovat monien tutkimusten mukaan tyytymättömiä nimenomaan kaukolämpöyritysten vuorovaikutukseen heidän kanssa. (Mäkelä 2011) Kaukolämpöasiakkaat kokevat usein, että heidän vaikutusmahdollisuutensa ovat pienet, kaukolämpöyritysten toiminta passiivista ja hinnoittelu epäselvää. Valitettavan usein myös kaukolämpöyrityksen ainoa yhteydenotto asiakkaaseen on säännöllisin väliajoin lähetettävä kaukolämpölasku. (Päivänen et al. 2014)

Kaukolämmön valinneilla asiakkailla on perinteisesti ollut vain yksi hinnoitteluvaihtoehto, joten asiakkaat ovat perustellusti voineet tuntea tulleen pakotetuksi valitsemaan kyseisen hinnoittelumallin. Niin kaukolämmön asiakkaat kuin muutkin ihmiset kokevat epämukavuutta, jos heille ei anneta mahdollisuutta valita vaan heidän on sitouduttava ilman vaihtoehtoja tiettyihin asioihin. Tutkimuksissa on todettu, että useampien vaihtoehtoja tarjoaminen ihmisille kasvattaa heidän tyytyväisyyttään, kun he tuntevat itsensä vapaiksi tekemään omat päätöksensä, vaikka vaihtoehdot olisivatkin räätälöity valmiiksi. Toisaalta usein ihmisille riittää tunne, että he voivat toteuttaa päätöksenteon oman mielipiteen perusteella, vaikka todellisuudessa he valitsisivat saman vaihtoehdon, kuin heille on yksinään tarjottu. Esimerkiksi kaukolämmön hinnoittelumallien erilaiset vaihtoehdot tuovat asiakkaille tyytyväisyyden tunteen, että he voivat tehdä oman päätöksensä mallin valinnasta, vaikka pitäytyisivätkin mahdollisimman perinteisessä ja vanhan mallin kanssa samankaltaisessa mallissa. (Schwartz 2004)

4.2 Tutkimus- ja pilottihankkeissa kartoitettuja hinnoittelumalleja

Tärkeintä uuden hinnoittelumallin suunnittelussa on sen sopivuuden takaaminen sekä pienille että isoille kuluttajille ja asiakkaille, joilla on erinäköisiä kulutusprofiileja. Hyvin suunniteltu hinnoittelumalli kannustaa asiakkaita perehtymään kulutukseen sekä antaa hyvän kilpailuasetelman kaukolämmölle. (Stridsman et al. 2012) Uusilla hyvin suunnitelluilla hinnoittelumalleilla voidaan välttää hinnoittelun monimutkaisuus. Esimerkiksi hybridihinnoittelua hybridilämmittäjille ei välttämättä tarvita ollenkaan, jos energiamaksun perustuu kus-

tannusvastaavaan kausihinnoitteluun. Kausihinnoittelussa energian hinta kohoaa suuremmaksi talvella kuin kesällä ja suurin osa hybridilämmittäjien kulutuksesta painottuu talviajalle, joten ei ole välttämättä perusteltua pitää hybridilämmittäjille erikseen omaa hinnoittelutasoa. (Stridsman et al. 2012)

Tällä hetkellä pilottikokeilussa ja erityisesti keskusteluissa esiintyvä kulutus- eli kysyntäjousto on myös yksi mahdollisuus uusissa hinnoittelumalleissa. Kysyntäjoustosta on kyse silloin, kun kaukolämmön kulutusta ja sitä kautta lämpötehon tarpeen ajoitusta muutetaan verrattuna tavanomaiseen lämmitystarpeeseen. Samaan aikaan asiakkaan kokeman palvelun laatu ei saa heikentyä. (VALOR Partners Oy 2015) Kysyntäjoustossa lämpöenergian kulutus ei välttämättä laske, eikä sitä sen vuoksi tule sekoittaa perinteisiin energiatehokkuustoimenpiteisiin tai energian säästöön. Kysyntäjoustossa tarkastellaan lämpötehon kulutusta hetkellisesti ja tavoitteena on siirtää huippukulutuspiikkejä matalamman kulutuksen ajanjaksolla. Näin tasoitetaan kulutuspiikkejä ja voidaan vähentää kalliin huipputuotannon käyttöä. Kysyntäjoustoa esitellään tarkemmin luvussa 4.2.1, jossa käsitellään tuntidatan tuomia mahdollisuuksia hinnoittelussa.

Uutena järjestelmänä voidaan pitää myös matalalämpötilaisia kaukolämpöverkkoja, joiden erilainen tuotantorakenne voi vaikuttaa hinnoitteluun. Muun muassa Tanskassa on tehty laajoja tutkimushankkeita matalalämpötilaisista kaukolämpöverkoista ja tälläkin hetkellä useissa verkoissa tutkitaan matalamman kaukolämpöveden vaikutuksia. Nämä ovat kuitenkin pääosin edelleen tutkimus- ja pilottihankkeita. Matalalämpöisten kaukolämpöverkkojen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on verkoston pienemmät lämpöhäviöt ympäristöön. Lämpöhäviöiden pienentämisellä voidaan vähentää primäärienergian tarvetta ja siten vähentää tuotantokustannuksia. Matalalämpötilaiset kaukolämpöverkot ovat hyvä ratkaisu erityisesti haja-asutusalueille, jossa siirtoetäisyydet ovat pitkiä ja lämpötiheys matala. Ne ovat myös suosittu vaihtoehto matalaenergia-asuinalueilla, joissa voidaan saavuttaa kustannustehokkaita ja ympäristöystävällisiä kokonaisratkaisuja. (Dalla Rosa, Christensen 2011). Matalalämpötilaisissa kaukolämpöverkoissa on varmistettava menoveden riittävän korkea lämpötila, jotta legionellabakteerien esiintyminen voidaan estää lämpimässä käyttövedessä. Usein matalalämpötilaisten kaukolämpöverkkojen lämpimän käyttöveden lämpötila säädetään vähintään 45 °C:ksi. (Laajalehto et al. 2014)

Lisäksi kaksisuuntaiset kaukolämpöverkot, joita on testattu pilottihankkeissa eri puolilla pohjoismaita, ovat selkeä tulevaisuuden kehityssuunta. Tukholmassa pilottihanke on johtanut toimivan kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon käyttöönottoon ja Suomessakin Turku Energia on aloittanut avoimen kaukolämpöverkon tutkimushankkeen Skanssin kaupunginosassa. Hankkeessa tutkitaan, millä edellytyksillä kaukolämpöverkosta voidaan tehdä aidosti kaksisuuntainen ja toimiva järjestelmä nykyisillä lämmitysmarkkinoilla. Hankkeen kaksisuuntaisessa kaukolämpöverkossa kaukolämpöasiakkaat sekä muut lämmöntuottajat voivat myydä omaa lämpöenergiaa uudenlaiseen matalalämpötilaiseen kaukolämpöverkkoon. (Turku Energia 2016) Tukholmassa käyttöönotettu kaksisuuntainen eli avoin kaukolämpöverkko toimii perinteisen kaukolämpöverkon tapaan, mutta lämpöä voivat tuottaa verkkoon

muutkin kuin kaukolämpölaitokset. Käytännössä Tukholman avoin kaukolämpöverkko toimii niin, että verkon hallinnoija määrittää tunnitaisen hinnan eri lämpölaaduille eli erilämpöisille toimiuksille. Näin muut lämmöntoimittajat voivat valita millä hinnalla ja mihin aikaan he toimittavat lämpöään kaukolämpöverkkoon. Lämmöllä on luonnollisesti korkeampi arvo piikkikulutusaikoina, joten hukkalämmön toimittamisen hinnanmuodostuminen myötäilee myös kulutusvaihteluita. Verkkoon ulkopuolelta toimitetun lämmön hinnat määräytyvät siis sekä kysynnän, että toimituksen lämpötilan mukaan. Jos tavallisen asiakkaan energiamaksun hinta vaihtelee noin 350–650 kr/MWh riippuen hinnoittelumallista ja asiakkaasta, niin 55–75 °C:een lämmöntoimituksesta voi saada esimerkiksi 170–270 kr/MWh. Tämä on karkeasti noin 2–3-kertainen hinta asiakkaiden energiamaksuun verrattuna. (Fortum 2016b) Avoimen kaukolämpöverkon periaate poistaa paljon kaukolämmön perinteisiä ongelmia, kuten vähentää alan mahdollisen määräävän markkina-aseman voimakkuutta, kun verkkoon voi toimittaa lämpöä periaatteessa kuka vain. Toisaalta tällainen järjestelmä vaatii paljon automaatiota, jotta kaukolämpöveden laatu verkossa ei laske ja kaikki asiakkaat saavat riittävän määrän lämpöä. Lisäksi toimitettavalle lämmölle tulee määrittää riittävän tarkka ja toimiva hinta. Myös peruskuorman tuotannon kanssa hyödynnettävät lämmöntoimitukset tulee optimoida verkon tehokkaan käytön takaamiseksi.

Uutena kaukolämmön hinnoittelumenetelmänä voidaan pitää myös esimerkiksi paluuveden myyntiä kaukolämpöverkon varrella. Näin voitaisiin pienentää kaukolämpöveden paluulämpötilaa ja asiakkaille, joille riittää matalampilämpötilainen kaukolämpövesi, voidaan myydä halvemmalla paluupuolen kaukolämpöä. Pienen menolämpötilan vuoksi vesivirta voi kuitenkin kasvaa paljon suuremmaksi, jolloin tavallinen vesivirtaan perustuva tehomaksu voisi olla epäoikeudenmukainen. Jos paluuvettä hyödynnetään rakennusten lämmittämisen lisäksi myös käyttöveden lämmityksessä, on paluuveden lämpötilan oltava riittävän korkea, jotta voidaan välttää legionellabakteerit. Liian matalaa paluuvettä voidaan priimata esimerkiksi kaukolämmön menovedellä tai lämpöpumpulla, jotta riittävä lämpötilataso saavutetaan. (Pöyry Finland Oy 2010) Paluuvettä voidaan hyödyntää perinteisten lämmitysjärjestelmien lisäksi esimerkiksi katujen ja pihojen sulana pitämisessä ja uima-altaiden lämmittämässä. Näin voitaisiin myydä paluuvettä esimerkiksi vain lämmityskauden aikana sulanapitämiseen tai allaslämpönä kesäkaudella.

Kaukolämpöä voidaan perinteisen lämmityksen lisäksi tarjota erilaisissa kohteissa, kuten esimerkiksi

- asiakkaiden suurissa kodinkoneissa
- taloyhtiöiden pesutuvissa
- kasvihuoneissa
- laitosten biopolttoaineiden kuivauksessa.

Nämä kaikki ovat uusia ja vielä tutkimusta vaativia vaihtoehtoja kaukolämmön käytölle. Näitä vaihtoehtoja ei ole vielä suuressa mittakaavassa käytetty mutta tutkimuksia niiden im-

plementoinnista on tehty. Erityisesti kaukolämmön hyödyntäminen muun muassa kodinkoneissa, kasvihuoneissa ja pesutuvissa vaatii paljon tutkimusta, jotta voidaan saada kannattavia ratkaisuja aikaiseksi. Lisäksi näissä kaikissa yhdistyy tarve erilaisiin automaatiojärjestelmiin, jotka ovatkin viime vuosina kehittyneet huomattavasti. (Rydén et al. 2013)

4.2.1 Tuntidatan tuomat mahdollisuudet hinnoittelussa

Nykyinen mittarointitekniikka mahdollistaa etäluennan, jonka avulla voidaan saavuttaa kulutustiedot helposti jopa tunneittain. Nykyään kaukolämmön laskutus perustuu pääsääntöisesti kuukausittaiseen kulutukseen, ja hinnoittelu on perustettu kuukausittaiselle, kausittaiselle tai vuosittaiselle hinnoittelulle, eikä tuntidatan hyödyntäminen ole vielä yleistynyt. Tuntidataa kerätään yleisesti, mutta hinnoittelussa sen jatkuva hyödyntäminen on vasta testivaiheessa. Tuntidataa on kuitenkin käytetty viiveellä yleisesti tehomaksun laskutusperusteena, eli kuten luvussa 3.2.2 esitellään tehomaksun muodostumisperusteena voi olla edellisen tai useamman edellisen vuoden tuntinen huipputeho tai useaan huipputehoon perustuva keskiarvo. Energiamaksun osalta hinnoittelu on pääsääntöisesti ollut kuukausi tai kausihinnoittelua. Kuitenkin sekä Suomessa että Ruotsissa on esimerkiksi kysyntäjoustopilottihankkeiden yhteydessä hyödynnetty tuntidataa myös energian hinnoittelussa. Tuntidatan hyödyntämisellä pyritään pääsääntöisesti siis ohjaamaan kulutusta tasaisemmaksi ja siten vähentämään kalliin ja usein fossiilisilla polttoaineilla tuotetun huippulämmön tuotantoa.

Erilaisissa kysyntäjoustopilottihankkeissa erilaisten kohteiden kulutusta ohjattiin kalliimman lämmöntuotannon ajalta halvemmalle. Kysyntäjoustopilottihankkeissa voidaan tuntidatan avulla toteuttaa usealla eri tavalla, esimerkiksi hinnoittelemalla energia kalliimmaksi huippukulutuksen aikana ja halvemmaksi matalammalla kulutuksella. Toinen tapa on ohjata kiinteistöjen lämmönkulutusta automaatiojärjestelmällä joka ottaa huomioon kaukolämmön tuotannon kalliin ja halvemman ajan. (VALOR Partners Oy 2015) Suomessa esimerkiksi Espoossa ja Järvenpäässä toteutettiin keväällä 2015 kymmenessä kerrostalossa pilottihanke, jossa kysyntäjoustopilottihankkeella ohjattiin rakennusten kulutusta. Hankkeessa kiinteistöjen automatiikka ohjasi hintasignaalin eli tuntipohjaisen hintaennusteen pohjalta rakennusten kulutusta siten, että kulutus saatiin tasoitettua kalliimman lämmön ajalta halvemman lämmön ajalle. Pilottihankkeessa rakennuksiin myös varattiin lämpöä matalan lämpöhinnan aikaan siten, ettei rakennusten asuinmukavuus kärsinyt. (Fortum 2015)

Pohjoismaiden tähän mennessä suurin kiinteistöjen lämmönkulutusta ohjaava älykkään kaukolämpöverkon pilottihanke toteutettiin Ruotsissa, Karlshamnin Svängstassa. Hanke toteutettiin noin 100 kiinteistölle, joista noin puolet olivat asuinrakennuksia ja muut liikekiinteistöjä. Tarkoituksena oli vähentää fossiilisilla polttoaineilla toimivien huippukuormalaitosten käyttöä tasaamalla kaukolämmön kulutuksen piikkejä eli vähentämällä lämmönkulutusta hallitusti optimaaliselta määrältä asiakkaita oikea-aikaisesti. Hankkeessa teknologiayritys Noda kehitti kaikille rakennukselle oman lämmönkulutusalgoritmin, joka yhteydessä kaikkien muiden rakennusten algoritmeihin ohjaa rakennuksen lämmönjakokeskusta optimaalisesti verkon toiminnan ja asiakkaiden asumisviihtyvyyden mukaan. Algoritmit toimivat yhdessä siten, että lämpökatkot toteutettiin optimaalisesti eri rakennuksissa eri aikaan. Katkot

olivat pituudeltaan yleisesti 1-2 tunnin katkoja, mutta lämmitys voitiin katkaista jopa 12 tunniksi. Hankkeen takaisinmaksuajaksi on laskettu noin 3-5 vuotta ja hetkellinen tehonsäästö voi olla jopa 10–15 %. (Johansson 2015)

Tuntidatan avulla voidaan kysyntäjouston lisäksi helposti havaita verkoissa mahdollisesti esiintyviä ongelmia esimerkiksi kaukolämpöveden jäähtyvyydessä. Jos jollain asiakkaalla jäähtyvyys jää liian matalaksi ja haittaa verkon toimintaa, tuntidatan avulla on helppo selvittää huonon jäähtymän alkuperä. Tätä voidaan käyttää hyvin myös asiakkaiden informoinnissa heidän kulutuksestaan, jotta he voivat parantaa laitteiden toimivuutta muun muassa paremman jäähtyvyyden saavuttamiseksi. Tuntidatan avulla voidaan myös paremmin esitellä asiakkaille heidän oman kulutuksensa muodostumista ja jakautumista päivän jokaiselle tunnille. Näin asiakkaalle annetaan mahdollisuus vaikuttaa omaan kulutukseensa, jolloin muun muassa kaukolämmön kulutushuippujen vähentäminen on helpompaa. Nykyään kaukolämpöyritysten on lähetettävä asiakkailleen vuosittain kulutusraportti toteutuneista kulutuksista (Energiatietohokkuuslaki 2015) ja tuntidatan avulla raportista saadaan asiakkaille informatiivisempi ja hyödyllisempi.

Tuntidata mahdollistaa myös hinnoittelun muuttamisen tuntikohtaiseksi eli kaukolämmön energiamaksun suuruus määräytyisi jokaiselle tunnille erikseen. Kyseessä on samankaltainen järjestelmä kuin sähkömarkkinoiden spot -hinnoittelu. Sähkön tunti hinnoittelu on jo arkipäivää ja samanlaisen järjestelmän implementointi kaukolämpöjärjestelmään voi tämän hetkisen mittarointitekniikan avulla olla jo mahdollista. Tuntidatan hyödyntäminen hinnoittelussa voi olla tällä hetkellä mahdollista, mutta todellisuudessa sen mahdollinen käyttöönotto tapahtuu vasta tulevaisuudessa. Kaukolämmön tunti hinnoittelussa voitaisiin sähkömarkkinoiden tavoin ottaa käyttöön reaaliaikaisen kulutuksen esittävät sovellukset kuten erilaiset kulutusnäytöt. Näin asiakkailla olisi mahdollisuus reaaliaikaisesti ohjata lämmönkulutustaan ja vähentää sitä kalliin lämmön aikana välittömästi ja vastavuoroisesti käyttäen sitä halvemmän lämmön tunteina. Tunti hinnoittelu voidaan yhdistää myös älykkäisiin talotekniisiin järjestelmiin, kuten tavaroiden internetiin (*engl. internet of things*). Erilaiset automaatiojärjestelmät voisivat ohjata kaukolämmön kulutusta hintasignaalien mukaan ja automaattisesti vähentää kulutuspiikkejä. Tunnittaisesta hinnoittelusta voidaan siirtyä vielä lyhytaikaisempien ajanjaksojen hinnoitteluun, mutta tällä hetkellä edes sähkömarkkinoilla ei ole käytössä tuntia lyhempää aikajännettä hinnoittelussa. Tunti hinnoittelussa on perehdyttävä tarkasti kaukolämmön todellisiin kustannuksiin, jotta lämpö voidaan todellisuudessa hinnoitella asiakkaille oikein ja kustannusvastaavasti. Tunti hinnoittelu on varmasti tehokkain tapa saavuttaa mahdollisimman pieni energiankulutus sekä mahdollisimman kustannusvastaava hinnoittelu, mutta se ei välttämättä ole asiakkaille selkein vaihtoehto. Tunti hinnoittelu toisinkin haasteita erityisesti asiakasviestintään, miten asiakkaille saadaan selkeästi viestitettyä tunneittain vaihtuva hinta, niin että hinnoittelua olisi sujuva käyttää ja ymmärtää. Myöskin kaukolämmöntuotannon kannalta tunti hinnoittelu voi tuoda esille haasteita, jotka liittyvät erityisesti lämmön viipymäaikoihin verkossa. Lähellä lämmöntuotantoalaitoksia olevat asiakkaat saavat tuotetun lämmön suhteessa nopeammin kuin verkon viimeiset asiakkaat. Näin

ollen tuotannossa tulisi huomioida lämmön viipymäajat verkossa eri asiakkaille, jolloin kustannusvastaavan tunnittaisen lämmönhinnan löytäminen voi muodostua haasteelliseksi. Tuntihinnoittelu ja tuntidatan hyödyntäminen nähdään kuitenkin merkittävinä tekijöinä kaukolämmön hinnoittelun tulevaisuudessa.

4.2.2 Kuukausidatan käyttö hinnoittelussa

Vaikka tuntidataa hyödynnetään jo tällä hetkellä hinnoittelussa, muun muassa todellisen huippukulutuksen laskemisessa, niin lähitulevaisuudessa tuntihinnoitteluun ei varmaan vielä siirrytä. Vaikka uusi mittarointitekniikka onkin kehittynyt ja tuntidatan kerääminen kaukolämmöstä on yhä yleisempää, voidaan kuukausidata hyödyntää yhtä lailla uusissa tuotteistuissa hinnoittelumalleissa. Esimerkiksi kausihinnoittelu tai kaukolämmön hyödyntäminen erilaisissa ympäristöissä muun muassa sulatuksessa tai altaiden lämmityksessä eivät vaadi tunnittaisia mittauservoja. Nykyisillä järjestelmillä on mahdollista kehittää hinnoittelu nykyaikaiseksi sekä kustannusvastaavammaksi ainoastaan kuukausidatan avulla.

Kuukausidatan hyödyntämisen etuna on sen olemassa olevat laitteistot ja yhteydet, sekä järjestelmät, joille tuntidatan käyttö voi olla liian raskasta. Tuntidatan prosessointi ja sen hyödyntämisen implementointi vie aikaa, minkä lisäksi investoiminen erilaisiin järjestelmiin vaatii pääomaa sekä aikaa. Ennen tuntidatan käyttöön siirtymistä, kuukausittaista lämmönkulutusdataa pyritään varmasti hyödyntämään tehokkaammin nykyisissä ja uusissa hinnoittelumalleissa.

4.3 Ohjaavia tekijöitä uuden hinnoittelumallin kehityksessä

Kaukolämmön hinnoitteluun ja koko kaukolämpöalan kehitykseen vaikuttavat niin monet asiat, että on mahdotonta ennustaa varmasti mihin ala tulee lähivuosien ja vuosikymmenien aikana kehittymään. Ulkoisten tekijöiden vaikutusta hinnoitteluun ei voi tarkasti tietää, joten voidaan ainoastaan pohtia niiden mahdollisia vaikutuksia. Esimerkiksi uudet teknologiat tai vanhojen teknologioiden kehittyminen luo mahdollisuuksia erilaiselle kaukolämmölle. Lisäksi asiakkaiden vaikutus uusien hinnoittelumallien kehityksessä on hyvä huomioida, sillä tämä vaikutus voi yllättää eri tavoilla erityisesti hinnoittelumallien implementoinnin jälkeen.

4.3.1 Rakenteellisia ohjaavia tekijöitä

Tuotantomuotojen kehitys voi lisätä erilaisten kaukolämpöjärjestelmien syntyä. Esimerkiksi matalalämpöisiin kaukolämpöverkkoihin on helpompi kerätä lämmönlähteitä kuin perinteisiin korkealla lämpötilalla toimiviin verkkoihin. Sekä Suomessa että Ruotsissa on kiihtyvässä määrin hyödynnetty erilaisten lämmönlähteiden hukkalämpöä. Esimerkiksi konesalit, sairaalat ja jätevedenkäsittelylaitokset ovat hyviä hukkalämmön hyödyntämisen kohteita. Näistä kohteista saatava lämpö ei kuitenkaan sellaisenaan vielä riitä suoraan verkkoon liittämiseen, vaan usein hukkalämpöä priimataan vielä lämpöpumpuilla. (Fortum 2016a) Suomessa on useita kohteita, joissa lämpöä hyödynnetään näin, ja tämä onkin ensimmäinen askel kaukolämpöverkon avaamiselle entistä enemmän. Tällaiset sovellukset ovat vielä pää-

osin kaukolämpöyrittäjien kontrolloimia järjestelmiä eikä täysin avoimen kaukolämpöverkon toiminnan mukaista. Kehitys kaksisuuntaista kaukolämpöverkkoa kohti on kuitenkin tulevaisuudessa havaittavissa.

Uusia tuotantomuotoja voidaan kehittää myös suoraan perinteiselle korkealämpötilaiselle kaukolämpöverkolle. Esimerkiksi Suomessa St1 on aloittanut pilottihankkeen, jossa pyritään hyödyntämään maan geotermistä lämpöenergiaa. Tavoitteena hankkeessa on porata Espoon Otaniemeen kaksi noin 7 km:n syvistä reikää, joiden avulla saadaan hyödynnettyä maan geotermistä lämpöä. Rei'issä kierrätetään vettä pumppaamalla se ensin kallioperään ja nostamalla kuumentunut vesi maan pinnalle, jossa lämmönvaihtimet siirtävät lämpöenergian kaukolämpöveden. (St1 Deep Heat Oy 2014) Tällaiset päästöttömät, uutta teknologiaa hyödyntävät tuotantomuodot muuttavat väistämättä myös hinnoittelua. Vaikka lopullisia kustannuksia geotermiselle kaukolämmöntuotannolle ei ole vielä selvitetty, niin kustannusrakenteeseen uusi lämmöntuotantoteknologia vaikuttaa varmasti.

Myös kaukolämpöverkkojen erilaiset rakenteet voivat vaikuttaa kaukolämmön hinnoitteluun. Kun verkon tasapainoa ja lämmöntoimitusta voidaan optimoida ja ohjata tehokkaammin, syntyy säästöjä lämmöntuotannossa, mikä luonnollisesti pitäisi vaikuttaa myös hinnoitteluun. Esimerkiksi rengasverkossa, jossa hyödynnetään asiakaskohtaisia taajuusmuuttajilla varustettuja pumppuja, voidaan optimoida koko verkon massavirtausta. Näin voidaan vähentää muun muassa lämpöhäviöitä, painehäviöitä ja sitä kautta pumppauskustannuksia. Rengasverkko -menetelmää on yleisesti suositeltu erityisesti matalalämpötilaisille kaukolämpöverkolle. (Laajalehto et al. 2014) Lisäksi uutta rakennetta, jossa meno- ja paluuputket sijoitetaan maahan päällekkäin, voidaan hyödyntää lämpöhäviöiden vähentämisessä. (Klobut et al. 2014)

4.3.2 Asiakkaiden vaikutus ohjaavana tekijänä

Asiakkaiden vaikutus hinnoitteluun on otettava myös huomioon. Heidän tyytyväisyys tai tyytymättömyys voi myös vaikuttaa nykyisiin ja uusiin hinnoittelumalleihin. Esimerkiksi jos hinnoittelumallia muutetaan ja tarjotaan asiakkaille useita eri vaihtoehtoja, on osattava arvioida mahdollisesti jo etukäteen miten asiakkaat tulevat valitsemaan oman hinnoittelumallinsa. Erilaisten tuotteiden tarjoaminen asiakkaille voi tuoda lisää arvoa hinnoitteluun asiakkaiden silmissä, vaikka he pitäytyisivätkin mahdollisimman tavallisessa mallissa. Lisäksi on annettava asiakkaille aikaa reagoida hinnoittelun muuttumiseen esimerkiksi jäähtyvyyshinnoittelua käyttöönotettaessa. Asiakkaiden kaukolämmön hinta ei saisi nousta kerralla liian merkittävästi, sillä heille on hyvä antaa aikaa esimerkiksi korjata kaukolämpöveden jäähtyvyyttä omissa laitteissaan. Tämän vuoksi hinnoittelun implementointi voi olla joiltakin osin hyvä suorittaa portaittain. (Pöyry Finland Oy 2010)

Asiakkaat ovat usein tyytyväisimpiä kokonaispalveluun, jota he kaukolämmöstä saavat. Lisäksi jos asiakkaille tarjotaan ystävällistä asiakaspalvelua ja luotettavaa tiedottamista, asiakkaat ovat tyytyväisempiä saamaansa palvelutasoon. Tämän vuoksi kaukolämmön asiakaspalvelu sekä muun muassa hinnoittelusta ja erilaisista palveluista kertominen selkeästi ja

kattavasti voi kasvattaa asiakkaiden luottamusta kaukolämpöyritykseen. Kaukolämpöyritysten tulisi erityisesti panostaa hintaviestintään asiakkaille, sillä näin voidaan varmistaa asiakkaiden tietoisuus hinnoittelusta ja sen muutoksista. (Päivänen et al. 2014) Lisäksi erilaiset palvelut, joita asiakkaille tarjotaan, tulisi hinnoitella myös kustannusvastaavasti ja asiakkaille oikeudenmukaisesti. (Sarvaranta et al. 2012)

Asiakkaiden näkökulmaan ja hinnoittelumalliin suhtautumiseen vaikuttaa myös se, mitä erilaisia asioita hinnoittelumalliin otetaan mukaan. Tällaisia ovat esimerkiksi hinnoittelumallin rakenne ja sisältö sekä miten asiakkaat ymmärtävät ne ja niiden merkitykset mallille. Jos asiakkaille tarjotaan useita vaihtoehtoja, niistä on annettava heille riittävästi tietoa. Jos asiakkaat saavat liian vähän tietoa, heille voi olla vaikeaa tehdä rationaalisia päätöksiä sen perusteella. Tutkimuksen (1999) mukaan jos ihmisille annetaan vähemmän taustatietoa he valitsevat vähemmän rationaalisia vaihtoehtoja. Kun heille annetaan riittävästi taustatietoa, he pystyvät arvottamaan eri asioita sekä vertailla keskenään erilaisia vaihtoehtoja sekä tehdä lopulliset päätöksensä rationaalisesti oman kannan mukaan. Näin ollen kaukolämmön hinnoittelumalleissakin tulisi pyrkiä antamaan asiakkaille mahdollisimman paljon taustatietoa, kuten miten hinnoittelu vaikuttaa juuri heidän maksamaan hintaan ja mihin eri hinnoittelumallit perustuvat. Toisaalta jos asiakkaille annetaan hinnoittelumalleista vain keskeiset tiedot, esimerkiksi niiden vaikutus heidän maksamaan kaukolämmön hintaan, he voivat tehdä päätökset nopeasti ja objektiivisesti. Hinnoittelumallien tiedot on esitettävä sen tavoitteen mukaisesti mihin pyritään, eli riippuen siitä tavoitellaanko asiakkaiden keskimääräistä objektiivisinta vaihtoehtoa vai kunkin asiakkaan yksittäin optimaalisinta vaihtoehtoa. Omasta mielestään hyvän valinnan tehneet asiakkaat tulevat luultavasti olemaan myös tyytyväisempiä kaukolämpöyritykseen. (Hsee et al. 1999)

Asiakkaiden valintaan eri hinnoittelumallien kesken voi vaikuttaa myös perinteiset käyttäytymismallit. Ihmisten käyttäytymistä ja päätöksentekoon johtavaa ajatteluketjua on tutkittu todella paljon lukuisissa eri tutkimuksissa ympäri maailmaa. Ihmiset valitsevat usein heille riskittömimmän vaihtoehdon, mikä voi johtaa epärationaaliin valintoihin, vaikka se ei olisi sikaan tarkoitus. Eräässä tutkimuksessa (Kahneman 2012) on todettu ihmisten välttävän riskillisiä vaihtoehtoja ja valitsevan mieluummin mahdollisimman riskittömän vaihtoehdon, jos se on mahdollista. Riskittömiä ja riskillisiä vaihtoehtoja ei kuitenkaan aina tunnisteta toisistaan ja vaihtoehtojen asettelu nousee tässäkin tutkimuksessa tärkeäksi tekijäksi. Riskittömän tai riskillisen vaihtoehdon valitseminen riippuu myös tilanteesta. Jos ihmisillä on henkilökohtaisesti mahdollisuus voittaa tai säästää, he valitsevat useimmiten mahdollisimman riskittömän vaihtoehdon, kuin jos he joutuvat häviämään, jolloin he valitsevat riskillisempiä vaihtoehtoja. Jos ihmisillä on tilanteessa mahdollisuus ansaita vaihtoehdon valinnasta, he valitsevat useimmiten vaihtoehdon, jossa ansaintamahdollisuus on mahdollisimman suuri mahdollisimman pienellä riskillä. Jos taas vaihtoehtoina on ainoastaan häviäminen, ihmiset pyrkivät minimoimaan tappionsa niin sanotusti keinolla millä hyvänsä, ja valitsevat sen vuoksi riskillisempiä vaihtoehtoja. Ihmisten ajatuksenkulkua voidaan myös häiritä asettamalla heille tarjotut vaihtoehdot poikkeavalla tavalla. Esimerkiksi eräässä tutkimuksessa ihmisiltä kysyttiin heidän halukkuutta osallistua uhkapeliin jossa on 10 % mahdollisuus voittaa

\$95 ja 90 % mahdollisuus hävitä \$5 tai halukkuutta osallistua \$5 maksulla lottoon, josta voi voittaa 10 % todennäköisyydellä \$100 ja 90 % todennäköisyys olla voittamatta. Testissä kysymykset eivät olleet peräjälkeen, vaan niiden välissä esitettiin muita kysymyksiä ja osalle kyselyyn osallistujista kysymykset esitettiin eri järjestyksessä. Kuitenkin 42 % osallistujista kieltäytyivät osallistumasta ensimmäiseen uhkapeliin, mutta olisivat osallistuneet lottopeliin, vaikka todennäköisyydet voittamiselle ja häviämislle olivat yhtä suuret. Ihmiset ajattelivat uhkapelin suorana häviönä ja loton taas hyväksyttävänä kun siitä suoritettiin \$5 maksu. (Kahneman 2012)

Ihmisten päätöksentekokyky siis vaihtelee riippuen annettujen vaihtoehtojen asettelusta. Ihmisten päätöksentekoa voidaan tämän vuoksi johdatella vaihtoehtojen oikeanlaisella asettelulla. Kaukolämmön hinnoittelumallien kehityksessä on hyvä ottaa huomioon asiakkaiden mahdollinen erilainen käyttäytyminen. Asiakkaiden päätöksillä on suuri vaikutus erityisesti kaukolämmön uusien hinnoittelumallien implementoinnissa, sillä päätökset voivat vaikuttaa kaukolämpöyrityksen saamaan tuottoon lämmöstä. Kaukolämpöyritysten on hyvä panostaa erityisesti uusien hinnoittelumallien esittelyyn asiakkaille, sillä näin voidaan esittää mallit halutulla tavalla. Lisäksi voidaan saavuttaa toivottu asetelma eri hinnoittelumallin valinneiden asiakkaiden kesken.

5 Uusien hinnoittelumallien implementointi

Konstruktiivisena työnä tämän diplomityön tavoitteena on esitellä mahdollisimman kattavasti kaukolämmön tämänhetkistä asemaa lämmitysmarkkinoilla sekä erilaisia hinnoittelumahdollisuuksia ja niiden ominaisuuksia. Työssä tavoitteena on myös muodostaa uusia ja kilpailukykyisiä hinnoittelumallivaihtoehtoja eri kaukolämpöverkoille, joilla on keskenään erilaisia ominaisuuksia ja erilainen rakenne. Työn valmistumisen jälkeen hinnoittelumallivaihtoehtoista pyritään valitsemaan yksi malli, joka implementoidaan todelliseen kaukolämpöverkkoon. Sopivan hinnoittelumallin selvittämisen lisäksi itse hinnoittelun implementointi järjestelmään tulee toteuttaa oikein. Hinnoittelun muuttamisen ohella kaukolämpöyrityksillä on hyvä tilaisuus muuttaa samalla toimintaansa asiakaskeskeisemmäksi ja lisätä edellisissä luvuissa paljon korostettua vuorovaikutusta asiakkaan kanssa. Edellisissä luvuissa esiteltyjä uusia teknologioita, kuten matalalämpötilaisia kaukolämpöverkkoja, ei pelkän hinnoittelun muuttamisen ohella voi välttämättä implementoida. Tämän vuoksi hinnoittelumallien uudistamisessa on otettava huomioon kuinka nykyisillä lämmöntuotantomuodoilla ja -rakenteella voidaan ottaa käyttöön uudenlaisia hinnoittelumalleja. Hinnoittelua uudistettaessa on hyvä pitää asiakkaisiin mahdollisimman paljon yhteyttä, siten että he voivat kokea tulleeensa huomioiduiksi.

Hinnoittelumallien uusiminen on yleistymässä, ja viime aikoina yhä useampi kaukolämpöyritys onkin päivittänyt hinnoittelunsa. Hinnoittelumallien uusimisen taustalla voi olla useita eri syitä, kuten kustannusvastaavuuden tavoittelu, oikeiden signaalien antaminen asiakkaille, jotka kuluttavat energiaa tehokkaasti tai uusien mittareiden tuomat mahdollisuudet. Kaukolämmön parissa on varmasti myös asiakkaita, jotka aikovat tehdä energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä, mikä on ympäristön kannalta hyvä ratkaisu. Jotkin asiakkaat ovat varmasti punninneet myös vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja kaukolämmön ohelle. Tämän vuoksi uuteen hinnoittelumalliin siirtymisessä yhtenä tärkeimmistä tekijöistä nähdäänkin asiakkaiden maksaman hinnan sekä tuotannon ja toimituksen kustannusten kohtaaminen. Uusien hinnoittelumallien tulisi muun muassa palvella paremmin asiakkaita, jotka lämmitävät kotinsa energiatehokkaasti, säilyttäen samalla kaukolämmön kilpailukykyyn. (Stridsman et al. 2012) Asiakkaille on siis hyvä esittää hinnoittelun avulla, etteivät energiatehokkuustoimenpiteet ja esimerkiksi huippukulutuksen leikkaaminen ole koskaan kannattamattomia toimia.

Hinnoittelun tulee olla asiakkaille selkeää ja helposti ymmärrettävää, joten kaukolämpöyritysten on tarkkaan mietittävä strategia, miten erilaiset hinnoittelumallit esitellään asiakkaille. Asiakkaiden tekemät päätökset voivat vaihdella riippuen kaukolämpöyrityksen strategiasta esitellä mallit asiakkaille. Asiakkaiden on hyvä saada muodostettua kokonaiskuva hinnoittelumalleista niin, että heidän päätöksensä olisivat mahdollisimman rationaalisia. Erilaisia strategioita hinnoittelumallin uudistamiseen on varmasti yhtä monia kuin kaukolämpöyrityksiäkin. Hinnoittelua uudistettaessa kaukolämpöyrityksiltä voidaan kuitenkin laeilla ja suosituksilla vaatia esimerkiksi asiakkaiden tiedotuksen suhteen tiettyä aikataulua. (Energia-

teollisuus ry 2010b) Esimerkiksi suurempaa hinnoittelumuutosta tehtäessä kaukolämpöyri-
tysten on tiedotettava asiakkaille muutoksesta riittävän aikaisin ennen hinnanmuutoksen
käyttöönottoa. Ruotsissa laajamittaisen Fjärrvärmens affärsmodeller -tutkimuksen pohjalta
kehitettiin myös ohjelma, joka auttaa kaukolämpöyrityksiä muun muassa uusien hinnoitte-
lumallien ja strategioiden implementoinnissa. Klara. Färdiga. Gå! -ohjelmassa tutkitaan kau-
kolämpöyritysten toimintamalleja eri tilanteissa, kuten asiakassuhteissa, johtamisessa ja
koko kaukolämpöalaa koskevista haasteista. Tarkoituksena on ohjeistaa kaukolämpöyri-
tystä näiden kehittämisessä ja antaa vinkkejä kehittämismahdollisuuksista muun muassa yk-
sityisissä tapaamisissa. Ohjelmassa esitellään erilaisia hinnoittelumalleja sekä kuvataan rin-
nakkain niiden vaikutusta kaukolämpöverkon erilaisiin asiakkaisiin. Erityisesti hinnoittelu-
malliaan vaihtaville yrityksillä myös Suomessa tämän kaltainen esittely olisi hyödyllinen.
(Klara. Färdiga. Gå! 2015)

Tässä luvussa esitellään ensin uusien hinnoittelumallivaihtoehtojen hakemista Vapon yhden
kaukolämpöverkon avulla. Uusia vaihtoehtoisia malleja haetaan mallintamalla nykyisen
kaukolämpöverkon kulutusdatan avulla uusien hinnoittelumallien vaikutusta lähtökohtai-
sesti asiakkaisiin. Pää tavoitteena mallintamisessa ja optimaalisten hinnoittelumallien etsimi-
sessä on asiakkaiden kokonaiskustannusten pitäminen mahdollisimman samalla tasolla, kuin
nykyisellä hinnoittelulla. Lopuksi käydään läpi mitä hinnoittelumallin implementoinnissa
tulee ottaa huomioon ja miten implementointi voidaan käytännössä toteuttaa. Lisäksi esitel-
lään, miten kaukolämmön imago ja mielipiteet sekä asenteet sitä kohtaan saadaan positiivi-
semmiksi, ja miten kaukolämpö säilyttää imagonsa kilpailukykyisenä lämmitysmuotona.

5.1 Uuden hinnoittelumallin kehitys – Case Vapo

Tämän diplomityön yhtenä päätavoitteena on löytää työn tilaajan Vapon 15 kaukolämpöver-
kolle yhtenäisiä, kilpailukykyisiä ja erilaisille asiakkaille sopivia hinnoittelumallivaihtoehtoja.
Työn valmistumisen jälkeen valitaan verkoille uusi hinnoittelumalli, joka implementoi-
daan niiden verkkojen osalta, joille se on mahdollista. Uuden hinnoittelumallin tulisi sovel-
tua eri kaukolämpöverkoille, joilla on keskenään erilaisia ominaisuuksia ja erilainen ra-
kenne. Selvitystyössä on lähdetty liikkeelle siitä, ettei hinnoittelu saisi asiakaskohtaisesti
eikä siten myöskään verkkokohtaisesti muuttua liikaa. Tavoitteena on pitää asiakkaiden
maksama hinta vuositasolla mahdollisimman vakaana hinnoittelumallin muutoksesta huoli-
matta. Hinnoittelumalleja tutkitaan niin sanotusti top-down menetelmällä, sillä päärajoit-
teena mallien kehitykselle on asiakkaiden tämänhetkinen hinta. Asiakkaiden maksaman hin-
nan lisäksi mallinuksessa otetaan huomioon monia muita tekijöitä ja pyritään löytämään
useita erilaisia malleja, joista on mahdollista valita juuri Vapon verkoille sopivat mallivaih-
toehdot. Tätä valintaa voivat rajoittaa esimerkiksi tämänhetkisten järjestelmien rajallisuus,
yrityksen sisäinen investointipolitiikka sekä muut sisäiset ja ulkoiset rajoitteet, jotka jätetään
kuitenkin tämän työn tarkastelun ulkopuolelle. Tässä luvussa esitellään ensin Vapon tämän-
hetkinen tilanne, jonka jälkeen esitellään itse mallinnustyö, miten mallinnus on toteutettu
sekä sen ominaisuuksia. Viimeiseksi nostetaan esille tuloksia, joita mallinnuksesta ja hin-
noittelumallien optimoinnista on saatu.

5.1.1 Vapon nykytilan esittely

Tällä hetkellä Vapo Oy omistaa ja operoi Suomessa 15 sekä tytäryhtiö Neova Ab Ruotsissa 11 kaukolämpöverkkoa. Tämän diplomityön osalta uusien hinnoittelumallien kehittäminen on keskittynyt pääosin Vapon Suomen kaukolämpöliiketoimintaan ja -verkkoihin, vaikka taustalla tavoitteena onkin koko konsernin kaukolämpöliiketoiminnan kehittäminen entistä kannattavammaksi.

Vapon kaukolämpöverkkojen historiat ovat hyvin erilaiset. Osa kaukolämpöverkoista on ostettu kunnilta tai muilta aiemmilta toimijoilta, ja hinnoittelu on haluttu pitää mahdollisimman muuttumattomana kaupan jälkeen. Tämän vuoksi hinnoittelumallit ovat ikään kuin periytyneet verkkojen edellisiltä omistajilta ja niitä on pyritty muuttamaan mahdollisimman vähän asiakkaiden vuoksi. Kun kaukolämpöverkkoja on yhteensä 15, hinnoittelumallien kirjo on kasvanut verrattain suureksi. Osa Vapon kaukolämpöverkkojen hinnoitteluista osuu hyvin lähelle kaukolämmön maan keskiarvohintoja, ja tavoitteena hinnoittelun uudistamisessa onkin saavuttaa malli, jossa hinnat pysyttelevät yhä maan keskiarvojen tasolla.

Erilaisten verkkojen hinnoitteluissa on kuitenkin paljon yhtäläisyyksiä. Jokaisen verkon hinnoittelu perustuu perinteisen mallin mukaan tehomaksuun sekä energiamaksuun, ja lisäksi suurin osa verkkojen tehomaksuista perustuu sopimusvesivirtaan. Energiamaksu on perustunut kiinteään hintaan, jota eri verkoissa on tarkastettu ja muutettu tarvittaessa joko useampia kertoja tai vain kerran vuodessa. Kaukolämmön hinnoittelu rakentuu siis saman periaatteen mukaan jokaisessa verkossa, mutta hinnat ja käytetyt kaavat vaihtelevat. Hintojen vaihtelun selittää pääosin verkkojen erilaisuus, kuten niiden rakenne ja koko, lämmön tuotantomuoto, käytetyt polttoaineet sekä paikkakuntien sijainti.

5.1.2 Mallintaminen ja optimointi

Uuden hinnoittelumallin kartoittamisessa pyritään loppuvaiheessa mallintamaan kaikille verkoille uusia hinnoittelumallivaihtoehtoja. Tässä diplomityössä perehdytään ainoastaan yhteen testiverkkoon, sekä esitellään erilaisia vaihtoehtoisia hinnoittelumalleja kyseisen verkon sekä ET:n kaukolämmön tyyppirakennusten avulla. Hinnoittelumallien vaikutusta esitellään ET:n tyyppirakennusten avulla, jotta työn tuloksista voisi saada yleishyödyllisen kuvan. Työn valmistumisen jälkeen lopullisena tavoitteena on löytää Vapon verkoille yhtenäinen hinnoittelumalli, jossa itse hinnat voivat erota toisistaan, mutta hinnoitteluperiaate olisi yhtenäinen.

Kuten tässäkin työssä, usein mallintamisessa ja optimoinnissa kohdataan ongelmia liittyen muuttujien moninaisuuteen ja epävarmuuteen. Jos tutkimusmenetelmässä ja päätöksenteossa käytetään useita kriteereitä, puhutaan yleisesti monikriteerianalyysistä eli MCDA-analyysistä (*engl. Multi-Criteria Decision Analysis*). MCDA-analyysiä käytetään usein myös energiantuotannon ja -toimituksen päätöksenteossa, joissa kriteerejä voivat olla esimerkiksi tekniset, taloudelliset, ympäristölliset sekä sosiaaliset kriteerit. Kyseisessä analyysissä kriteerien painotus on niiden valinnan, arvioinnin ja lopullisen yhteen laskemisen ohella erittäin

tärkeä vaihe. Kriteerejä voidaan painottaa kolmella eri tavalla: subjektiivisesti, objektiivisesti ja näiden yhdistelmällä. Erityisesti energia-alalla laadittavaan päätöksentekoon käytetään useita eri metodeja, kuten painotettua summaa, prioriteettien määrittystä, poissulkemista sekä sumean joukon metodiikkaa (*engl. fuzzy set methodology*) ja näiden yhdistelmiä. (Wang et al. 2009) Jos kriteerit ovat kovin epätarkkoja tai epävarmoja, voidaan käyttää stokastista monikriteeristä arvostusanalyysiä eli SMAA-menetelmä (*engl. Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis*), ja esittää kriteerit todennäköisyysjakaumien avulla. Tällöin päätöksentekijöiden preferenssien ei tarvitse olla eksplisiittisesti tai implisiittisesti määritettyjä, vaan menetelmän avulla käydään läpi erilaisia preferenssijakaumia. (Lahdelma et al. 1998) Menetelmän avulla saadaan päätuloksiksi jokaiselle vaihtoehdolle hyväksyttävyyssindeksi (*engl. rank acceptability indices*), keskeiset painotusvektorit (*engl. central weight vectors*) sekä luottamuskertoimet (*engl. confidence factors*). Laskennassa tarvitaan myös numeerisesti moniulotteista kriteerijakaumaa. Analyysin tuloksiksi saadaan laajastakin päätöksentekongelmasta, jossa kriteerien epävarmuus tai -tarkkuus häiritsevät normaalia analysointia, luotettavaa dataa eri vaihtoehdoista niiden sekä niiden hyväksyttävyyssjärjestyksistä. (Tervonen, Lahdelma 2007) Tämän diplomityön eri kriteerit ja mallinnukseen vaikuttavat tekijät ovat yhtä lailla hyvin epävarmoja tekijöitä. SMAA-analyysi olisi varmasti tässä diplomityössä mahdollinen vaihtoehto, mutta kriteerien haastavan määrittämisen sekä hinnoittelumallien erilaisuuksien vuoksi menetelmä voisi muodostua liian raskaaksi. Hinnoittelumallien erilaisuus kuten se, että mallit voivat joko muuttaa vain teho maksua tai energiamaksua, tai tuoda hinnoitteluun uusia maksukomponentteja, tekee muidenkin valmiiden menetelmien ja järjestelmien käytön hyvin haastavaksi.

Tässä työssä mallinnus toteutettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman avulla, jossa voidaan vertailla helposti erilaisten hinnoittelumallien vaikutusta sekä asiakaskohtaisesti että verkkokohtaisesti. Mallinnukseen kehitetty Excel toimii mille tahansa verkolle muuttamalla vain lähtöarvoja, eli verkon kulutus- ja hintatietoja. Excelissä voidaan vertailla eri hinnoittelumalleja sekä nykyiseen hinnoitteluun että keskenään. Optimoinnissa on otettu huomioon erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat hinnoittelun kehittämiseen. Esimerkiksi nykyisten asiakkaiden kaukolämmöstä maksama hinta ei saa muuttua merkittävästi kokonaisuudessaan, vaan vuositasolla jokaisen asiakkaan maksaman kaukolämmön kokonaishinnan tulisi olla keskimäärin yhtä paljon kuin vanhassa hinnoittelumallissa. Tässä tavoitteessa ei luonnollisestikaan päästä täydelliseen tulokseen asiakkaiden erilaisuudesta johtuen, mutta vertailu erilaisten asiakkaiden välillä auttaa pitämään hintojen vaihtelut kurissa. Lisäksi hinnoittelumalleja on vertailtu myös Energiateollisuuden kehittämien kaukolämmön tyyppirakennusten kulutusmalleissa. Tyyppirakennuksilla on määrätty laskutusvesivirta ja -teho sekä keskimääräinen kulutus sekä vuosi että kuukausitasolla. Mallinnuksen tuloksia esitetään nimenomaan ET:n tyyppirakennusten avulla, jotta voidaan helposti esitellä eri hinnoittelumallien vaikutuksia sekä niiden vertailua keskenään erityisesti tietynlaisille kuluttajille. Käytettäessä tyyppirakennuksia, Vapon testiverkon asiakkaiden kulutusta ei tällöin anonymistikaan tarvitse esittää tässä diplomityössä. Voidaan myös olettaa, että hinnoittelumallien soveltuvuus ET:n tyyppirakennuksille takaa hyvän soveltuvuuden myös kaikenlaisille muille asiakkaille, joita tosin tarkastellaan mallinnuksessa.

Itse mallinnuksessa tutkitaan aluksi erilaisia nykyisiä hinnoittelumalleja, ja samalla pyritään kehittämään mahdollisia uusia malleja. Mallinnuksessa vertaillaan hinnoittelumalleja eri kriteerien perusteella ja tutkitaan, miten eri tekijät vaikuttavat asiakkaiden maksamaan kokonaishintaan. Mallinnuksessa on paljon epävarmoja tekijöitä ja rajoitteita, jotka tulee ottaa huomioon. Tällaiset tekijät lisäävät tulosten epävarmuutta, jota voidaan kuitenkin vähentää muun muassa keräämällä enemmän tietoa epävarmoista tekijöistä. Esimerkiksi asiakkaiden käyttäytyminen sen jälkeen, kun uusi hinnoittelumalli on otettu käyttöön, voidaan laskea epävarmaksi tekijäksi. Esimerkiksi jos asiakkaille tarjotaan hinnoittelumallia, jossa tavoitteena on muuttaa asiakkaiden kulutuskäyttäytymistä, ei voida varmasti sanoa, muuttavatko asiakkaat kulutustaan toivottuun suuntaan. Lisäksi on otettava huomioon vaikuttaako asiakkaiden mahdollinen kulutuksen muutos jotenkin itse hinnoittelumalliin, ja toimiiko hinnoittelumalli edelleen halutulla tavalla kulutusmuutosten jälkeen.

Mallinnusta toteutettaessa havaittiin useita muitakin epävarmoja rajoittavia tekijöitä, kuten esimerkiksi hinnoittelumallia vaihtavien asiakkaiden määrä. Jos hinnoittelumalleja valitaan yksi ja tarjotaan asiakkaille perinteisen mallin mukaan yhtä hinnoittelumallia, tällöin 100 % asiakkaista tulee valitsemaan kyseisen mallin. Jos hinnoittelumalleja sen sijaan kehitetään useita ja tarjotaan asiakkaalle mahdollisuus valita usean mallin välillä, ei voida tarkkaan tietää, kuinka moni asiakas tulee valitsemaan minkäkin mallin. Tämä johtaa epävarmuuteen siitä, kuinka esimerkiksi asiakkaiden maksamat maksut jakautuvat. Tämä voi vaikeuttaa jopa kaukolämpöyrityksen budjetin laadintaa. Lisäksi eri hinnoittelumalleilla voi olla erilaisia kulutusta ohjaavia vaikutuksia, jolloin asiakkaiden kulutusta voi olla vaikeampi ennakoita. Tämä taas voi vaikeuttaa tuotannon suunnittelua, ja voi viedä aikaa ennen kuin tuotantoa kyetään optimaalisesti ohjaamaan. Asiakkaiden valinnasta johtuva epävarmuus on otettu huomioon mallinnuksessa siten, että voidaan vertailla eri osuuksia asiakaskunnasta, jotka valitsevat tiettyjä malleja. Mallinnuksessa voidaan esimerkiksi valita, että 50 % asiakaskunnasta valitsee hinnoittelumallikseen ekolämpö -tuotteen. Tämän ominaisuuden avulla voidaan kehittää ja vertailla erilaisia hinnoittelumallien ja tuotteiden kombinaatioita.

Excelillä, jolla mallinnus ja optimointi toteutettiin, voidaan helposti käydä Vapon kaikki kaukolämpöverkot läpi ja testata hinnoittelumallien sopivuutta eri verkoille. Tässä diplomityössä käytettiin vain yhtä testiverkkoa, joka oli noin 50 asiakkaan kaukolämpöverkko. Testiverkon asiakkaina on muun muassa pientaloja, kerrostaloja ja liikekiinteistöjä. Mallinnuksessa tarkasteltiin jokaisen asiakkaan kuukausittaista energiankulutusta tuntidatan pohjalta vuoden ajan. Hinnoittelumallit koostettiin eri tariffeista, joina pääsääntöisesti oli tehomaksutariffi ja energiamaksutariffi sekä näiden lisäksi tarkasteltavia erillisiä tariffeja, kuten jäähtyvyysmaksutariffi. Erillisiä tariffeja oli useita ja niitä voitiin muokata tarpeellisen ja optimaalisen tavoitteen saamiseksi. Muokausvaihtoehtoina tariffeissa oli muun muassa hinnan suuruus, esimerkiksi jäähtyvyysmaksua laskettaessa, jolloin tariffin painoarvoa hinnoittelumallin kokonaiskustannuskustannuksissa voitiin muuttaa. Näin voitiin vertailla ja yhdistellä eri tuotteita ja hinnoittelumalleja keskenään. Teho- ja energiamaksutariffeista kehiteltiin ja

vertailtiin yhteensä noin 60 variaatiota, joista jotkin tosin olivat hyvin samankaltaisia. Joukossa oli myös tariffeja, jotka oli suunniteltu sopimaan määrättyyn vastakkaiseen tariffiin, jolloin optimaalisen tuloksen saamiseksi näitä tariffeja pystyi yhdistää ainoastaan keskenään. Erilaisia tariffeja yhdistelemällä saatiin kuitenkin laaja joukko erilaisia hinnoittelumallivaihtoehtoja, jotka voitiin sovittaa testiverkon kulutusdataan. Näitä yhdistelmiä verrattiin nykyiseen hinnoitteluun sekä asiakas- että verkkokohtaisesti, jolloin saatiin rajattua optimaalisten hinnoittelumallien joukkoa.

Taulukossa 1 on esitetty, miten esimerkiksi kausihinnoittelu rakennettiin energiatariffeiksi. Mallinnuksessa tehomaksutariffeja muodostettiin samalla tavalla. Taulukkoon 1 valittiin kymmenestä kausihinnoitteluvariaatiosta neljä, joista kahdessa on ainoastaan kaksi kautta ja lopuissa kolme ja neljä kautta. Erilaiset tariffit oli Excelissä rakennettu omille välilehdilleen, joista ohjelma haki oikean tariffin numeron perusteella. Hinnoittelua tarkasteltiin kuukausitasolla, joten sekä energia- että tehomaksutariffeissa hinnat haettiin kuukausitasolla. Kausihinnoittelua voitiin käyttää myös muiden tariffien pohjana. Esimerkiksi kun haluttiin kasvattaa kiinteän maksun osuutta kokonaiskustannuksista, voitiin valita kausihinnoittelutariffi, jonka hinnat kerrottiin määrättyllä kertoimella, esimerkiksi 0,5:llä, ja yhdistettiin vastaavasti korkeampaan tehomaksuun. Tällöin kokonaishinta voitiin pitää mahdollisimman samana.

Taulukko 1. Esimerkki mallinnuksessa käytetyistä kausihinnoittelun energiatariffeista. Nämä tariffi voitiin yhdistää esimerkiksi perinteisen tehomaksun kanssa tai yhdistää korkeampaan tai matalampaan tehomaksun osuuteen.

Perushinta (€):	79,5	79,5	79,5	79,5
Tammikuu	83,48	87,45	91,43	95,40
Helmikuu	83,48	87,45	91,43	95,40
Maaliskuu	83,48	87,45	79,5	87,45
Huhtikuu	67,58	63,6	79,5	79,50
Toukokuu	67,58	63,6	79,5	79,50
Kesäkuu	67,58	63,6	59,63	55,65
Heinäkuu	67,58	63,6	59,63	55,65
Elokuu	67,58	63,6	59,63	55,65
Syyskuu	67,58	63,6	79,5	79,50
Lokakuu	67,58	63,6	79,5	79,50
Marraskuu	83,48	87,45	79,5	87,45
Joulukuu	83,48	87,45	91,43	87,45
Kylmä talvi:				+ 20 % tammi – helmi
Talvi:	+ 5 % marras – maalis	+ 10 % marras – maalis	+15 % joulu – helmi	+ 10 % maalis, marras – joul
Välikausi:			maalis – touko, syys – marras	huhti – touko, syys – loka
Kesä:	– 15 % huhti – loka	– 20 % huhti – loka	– 25 % kesä – elo	– 30 % kesä – elo

Tällä tavoin erilaisia tariffeja yhdisteltiin, vertailtiin ja muokattiin aina tarpeen mukaan, niin että vaihtoehtoiksi saatiin riittävä määrä erilaisia tariffiyhdistelmiä. Tariffiyhdistelmiä muodostettiin pääasiassa energia- ja tehomaksutariffeista, mutta esimerkiksi jäähtyvyystariffi voitiin halutessa myös lisätä hinnoittelumalliin. Erilaisia skenaarioita vertailtiin alkuperäiseen hinnoitteluun sekä keskenään, jolloin nähtiin, miten erilaiset tariffit ja niistä koostetut hinnoittelumallit vaikuttivat erilaisiin asiakkaisiin. Eri variaatioista pyrittiin löytämään sopivia malleja sekä pienille että suurille asiakkaille, joiden kulutusmäärät ja -profiilit vaihtelivat keskenään hyvin paljon. Mallinnuksessa oli perinteisen päivitetyn hinnoittelun lisäksi mukana myös erilaisia kaukolämpötuotteita, kuten ekolämpö ja kiinteä lämpö.

Taulukossa 2 on esitelty arvotaulukon avulla erilaisten tariffien yhdistelmiä, joita on verrattu koko verkon osalta tämänhetkiseen hinnoitteluun. Taulukon sarakkeet ovat erilaisia energiamaksutariffeja ja rivit erilaisia tehomaksutariffeja. Taulukkoon on otettu vain osa tarkastelluista tariffeista. Taulukossa 2 on kahdessa ensimmäisessä sarakkeessa taulukossa 1 esitetyt kaksi viimeistä kausihinnoitteluvaihtoehtoa, joista toisessa oli kolme kautta ja toisessa neljä. Seuraavat neljä saraketta eli sarakkeet 3-6 ovat variaatioita eri energia- ja tehomaksujen suhteesta. Kolmannessa sarakkeessa energiamaksun osuutta kokonaishinnasta on pienennetty, ja sarakkeessa kuusi energiamaksun osuus on päinvastaisesti korkea. Nämä vaihtelut sovitetaan portaittaisesti korkeisiin ja mataliin tehomaksun osuuksiin. Sarakkeista neljäs ja kuudes perustuvat kausihinnoiteltuun energiamaksuun ja kolme ja viisi perinteisen vuoden ympäri vakiona pysyvään energian hinnoitteluun. Seitsemännessä sarakkeessa on täysin kiinteä tehomaksu eli energiamaksun osuus kokonaiskustannuksista on nolla. Kahdeksannessa sarakkeessa on sitä vastoin täysin energiamaksuun perustuva hinnoittelu. Viimeisissä kahdessa sarakkeessa on esitelty tuotteiden vaikutusta hinnoitteluun. Yhdeksännessä sarakkeessa on laskettu ekolämpötariffi yhdistettynä taulukon 1 ensimmäisen sarakkeen kausihinnoitteluun. Viimeisessä sarakkeessa on taulukon 1 ensimmäisen sarakkeen kausihinnoitteluun yhdistetty luvussa 3.2.4 esitelty Q/W -menetelmällä laskettu jäähtyvyysmaksu tai -hyvitys, riippuen asiakkaan jäähtymän arvosta.

Taulukon 2 rivit ovat erilaisia tehomaksutariffeja, joista tähän taulukkoon on nimenomaan valittu energiatariffien monimuotoisuuden vuoksi yksinkertaisia tehomaksutariffeja. Ensimmäinen rivi on alkuperäinen energiatariffi, joihin on hyvä yhdistää esimerkiksi tavallisia, kausihinnoiteltuja energiatariffeja. Toisella ja kolmannella rivillä on asteittain kohoava tehomaksu, eli kiinteän tehomaksun osuus kokonaiskustannuksista kasvaa. Neljännellä rivillä on vastavuoroisesti matalampi tehomaksu, siten että energiamaksun osuus on suurempi kuin kiinteän tehomaksun. Toiseksi viimeisellä rivillä 5 on täysin kiinteä tehomaksu, eli se voidaan yhdistää seitsemännen sarakkeen kanssa, jossa energiamaksun osuus oli eliminoitu. Viimeisellä rivillä tehomaksun osuus on taas poistettu ja se voidaan yhdistää kahdeksanteen sarakkeeseen jossa energiamaksun osuus on niin suuri, että se kattaa koko kaukolämpömaksun. Värikoodauksen avulla arvotaulukosta saatiin helposti selville mitkä uusista tariffiyhdistelmistä olivat hinnaltaan mahdollisimman lähellä alkuperäistä tariffia. Lisäksi taulukossa on reunustettu vaihtoehdot joiden vaihtelu oli suurimmillaan $\pm 2\%$ alkuperäiseen hinnoitteluun verrattuna.

Taulukko 2. Erilaisista tariffeista yhdistettyjen hinnoittelumallien vertailua alkuperäiseen malliin koko verkon osalta. Muutokset on esitetty prosentuaalisina muutoksina alkuperäiseen hintaan ja +/- 2 % sisällä olevat vaihtelut on rajattu erikseen.

		ENERGIAMAKSUTARIFFIT / TUOTTEET									
TEHOMAKSUTARIFFIT		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	1,2 %	0,7 %	-6,6 %	-13,5 %	3,1 %	4,7 %	-42,4 %	15,7 %	-0,4 %	-0,3 %
	2	6,0 %	5,5 %	-1,8 %	-8,4 %	7,8 %	9,5 %	-37,6 %	20,4 %	4,4 %	4,5 %
	3	17,1 %	16,7 %	9,3 %	-0,4 %	19,0 %	20,6 %	-26,5 %	31,6 %	15,5 %	15,6 %
	4	-3,6 %	-4,0 %	-11,4 %	-13,4 %	-1,7 %	-0,1 %	-47,1 %	10,9 %	-5,1 %	-5,1 %
	5	44,1 %	43,7 %	36,3 %	32,4 %	46,0 %	47,6 %	0,6 %	58,6 %	42,6 %	42,6 %
	6	-14,4 %	-14,9 %	-22,2 %	-24,3 %	-12,5 %	-10,9 %	-58,0 %	0,1 %	-16,0 %	-15,9 %

Taulukon 2 kaltaisen arvotaulukon avulla voitiin muun muassa nähdä, kuinka paljon esimerkiksi kausihinnoittelun jyrkentäminen eli talvihinnan korottaminen ja kesähinnan laskeminen vaikuttaa verkon kokonaistuottoihin. Samanlainen arvotaulukko muodostettiin mallinnuksessa myös asiakaskohtaisesti ja siinä tarkasteltiin muutoksia kuukausitasolla. Näin voitiin nähdä, kuinka paljon eri kuukausina kunkin asiakkaan lämpölasku muuttui riippuen valitusta hinnoittelumallista. Eri tariffeissa voitiin valita aina tariffin valitsevien asiakkaiden osuus koko massasta, joten eri hinnoittelumalli- ja tuoteyhdistelmistä saatiin erilaisia kokonaisuuksia, joissa muutokset eivät olleet verkko- tai asiakaskohtaisesti liian suuria.

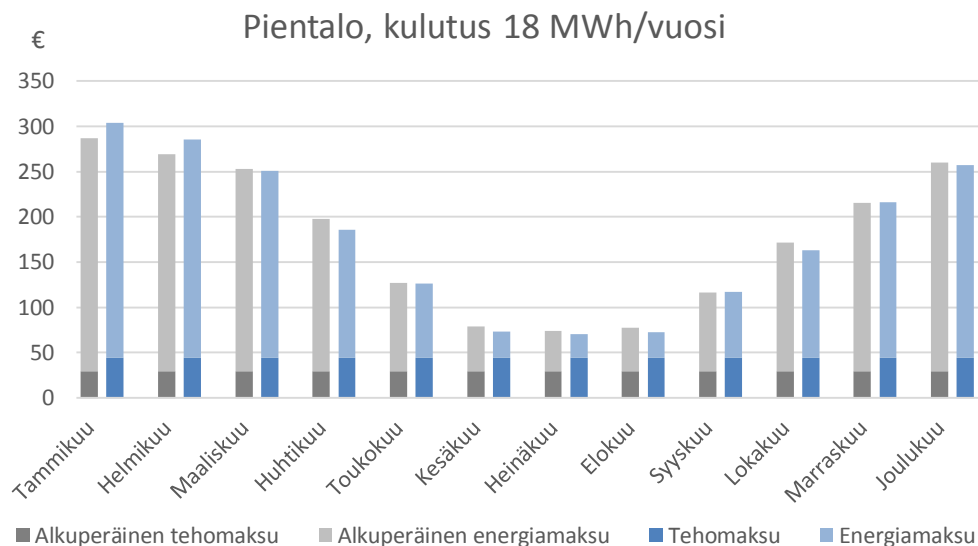
Tariffien vaikutusta laskettiin testiverkon asiakkaiden lisäksi myös ET:n lanseeraamille tyyppirakennuksille. Tyyppirakennusten avulla ET laatii puolivuositain esimerkiksi kaukolämmön hintatilastot. Tyyppirakennusten ominaisuudet ovat esitelty taulukossa 3.

Taulukko 3. Energiateollisuuden laskennalliset tyyppirakennukset ja niitä kuvaavia tietoja.

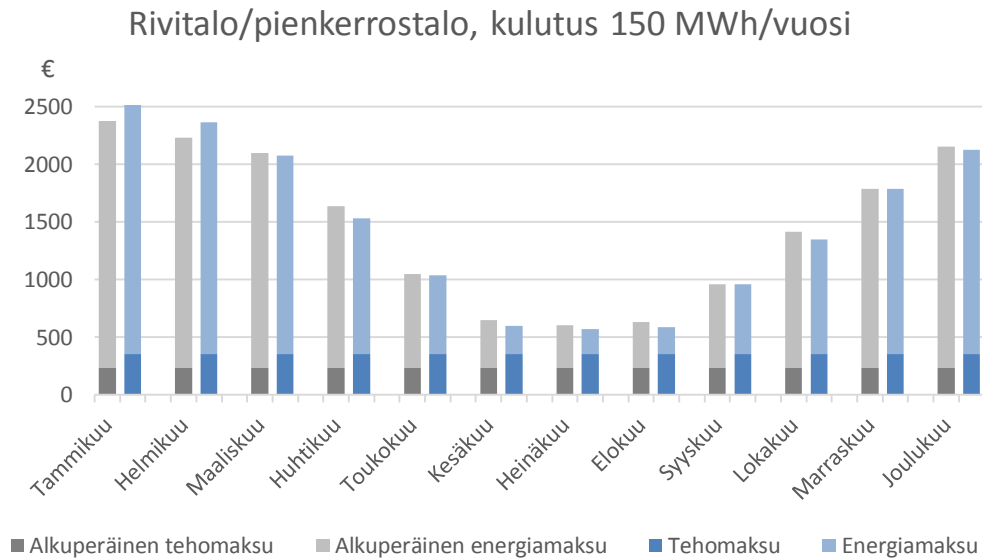
Tyyppirakennukset	asuntojen lkm	Rakennuksen tarvitsema tuntien teho	Rakennuksen tarvitsema tuntien vesivirta	Tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen käytettävä energia	rakennus-tilavuus	ominaiskulutus
		kW	m ³ /h	MWh/vuosi	m ³	kWh/m ³
omakotitalo	1	10	0,15	18	600	30
rivitalo/pienkerrostalo	15	70	0,8	150	5 000	30
kerrostalo	80	230	2,8	600	20 000	30

ET:n tyyppirakennukset ovat helppo vertailukohde, sillä siinä on edustettuna kolmenlaisia perusasakkaita. Lisäksi kulutukset on kerätty keskimääräisistä samankaltaisista rakennuksista sekä laskennallisesti että kokemuspäisästi. Kulutustietoja voidaan siis pitää luotettavina etenkin normaalivuoteen verrattuna. Mallinnuksessa ET:n tyyppirakennuksille voitiin vertailla kaikkia samoja tariffeja ja niiden yhdistelmiä kuin testiverkon asiakkaillekin. Seuraavissa kuvissa 14, 15 ja 16 on esitetty taulukon 2 tariffiyhdistelmä, jossa on neljännen

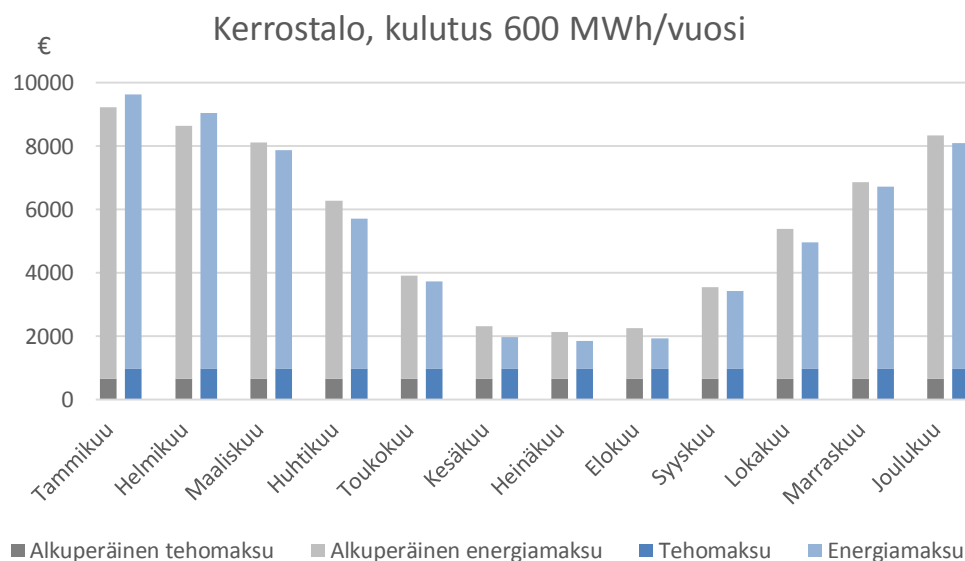
sarakkeen energiatariffi ja kolmannen rivin tehotariffit yhdistettynä. Hinnoittelumallin vaihtamisen kokonaisvaikutus verkkoon on vain -0,4 %, ja kuvista 14, 15 ja 16 nähdään hinnoittelumuutos ET:n tyyppirakennuksille verrattuna alkuperäiseen hinnoittelumalliin. Taulukossa 2 neljännen sarakkeen energiatariffi oli matalampi energiamaksun osuus yhdistettynä taulukossa 1 esitettyyn viimeisen sarakkeen kausihinnoitteluun. Tehomaksutariffi oli taulukossa 2 rivillä kolme vain korkeampi perinteinen tehomaksu. Hinnoittelu muuttuu siis kausittaisemmaksi samalla, kun tehomaksun osuutta kasvatetaan. Tällöin saavutetaan kustannusvastaavampi malli, jossa kiinteiden maksujen osuus on hieman suurempi kuin aiemmin. Kuvissa 14, 15 ja 16 on käytetty kuvan 7 Suomen normaalivuoden kulutusjakamaa niin, että saadaan kuukausittain vaihtuva hinta esitettyä. Kuten kuvista 14, 15 ja 16 voidaan huomata, hinnoittelu ei vaikuta yksittäisen asiakkaan hinnoitteluun paljokaan, mutta koko verkkoon implementoituna, vaikutus kaukolämpöyrittäjälle on luonnollisesti suurempi. Kuvissa 14, 15 ja 16 on esitetty teho- ja energiamaksut erikseen sekä uudessa että nykyisessä hinnoittelumallissa, joten näiden suhdetta voidaan vertailla helposti.



Kuva 14. Energiateollisuuden tyyppirakennuksen, joka kuluttaa 18 MWh/a, avulla esitetty hinnoittelun muutoksen vaikutus verrattuna alkuperäiseen hinnoittelumalliin. Uudessa hinnoittelumallissa on korkeammat kiinteät kustannukset sekä kausittainen energiamaksu.



Kuva 15. Energiateollisuuden tyyppirakennuksen, joka kuluttaa 150 MWh/a, avulla esitetty hinnoittelun muutoksen vaikutus verrattuna alkuperäiseen hinnoittelumalliin. Uudessa hinnoittelumallissa on korkeammat kiinteät kustannukset sekä kausittainen energiamaksu.



Kuva 16. Energiateollisuuden tyyppirakennuksen, joka kuluttaa 600 MWh/a, avulla esitetty hinnoittelun muutoksen vaikutus verrattuna alkuperäiseen hinnoittelumalliin. Uudessa hinnoittelumallissa on korkeammat kiinteät kustannukset sekä kausittainen energiamaksu.

Kun erilaisten tariffien yhdistelmiä voitiin mallinnuksessa vertailla myös edellä esitellyille kolmelle tyyppirakennukselle, voitiin osoittaa hinnoittelumallien yleispätevyys asiakkaalle kuin asiakkaalle. Tyyppirakennusten määrätyn kulutuksen vuoksi, vertailu niiden kesken antoi näkökulmaa, miten hinnoittelumallin vaikuttaisi missä tahansa verkossa, testiverkon asiakkaiden sijaan. Mallinnusta voidaan siis hyödyntää helposti muille verkoille, sekä tutkia verkkokohtaisia eroja hinnoittelussa ET:n tyyppirakennuksiin verrattuna.

5.1.3 Mahdollisia malleja Vapolle

Vapolle kaukolämmön hinnoittelumallin muuttaminen on suuri projekti kaukolämpöverkkojen lukumäärän vuoksi. Hinnoittelumallin tulee soveltua useille erilaisille asiakkaille ja verkoille, joten yksittäisiä hinnoittelumalleja vertailtaessa yksikään hinnoittelumalli ei ollut selkeydessään ja sopivuudessaan ylitse muiden. Useat mallit sopivat hyvin tietyille asiakasryhmälle, mutta toiselle asiakasryhmälle sama malli voi olla huono vaihtoehto. Tämän vuoksi mallinnuksessa pyrittiinkin yhdistämään keskenään erilaisia malleja, jotta voitaisiin löytää sopivia hinnoittelumalliyhdistelmiä. Yhtenä vahvana vaihtoehtona pidetäänkin erilaisten tuotteistettujen hinnoittelumallien tarjoamista asiakkaille, jolloin asiakkaille annetaan mahdollisuus vaikuttaa valinnallaan omaan hinnoittelumalliinsa. Mallinnuksen perustella yhtenä potentiaalisimmista hinnoittelumallivaihtoehdoista pidettiin kausihinnoittelua, mikä tulee varmasti olemaan yksi tarjottavista tuotteista. Hinnoittelun talvi- ja kesäajan hintaeroja pitää kuitenkin pohtia tarkemmin eri verkkojen sekä verkkokohtaisen tuotannon näkökulmasta.

Yhtenä tulevaisuuden hinnoittelumallina pidetään myös tuntihinnoittelua, mutta tällä hetkellä Vapon järjestelmät eivät siihen pystyisi siirtymään. Nykyisten Vapon kaukolämpöverkkojen osalta on käynnissä tuntiluennaprojekti, jossa pyritään mahdollisuuksien mukaan muuttamaan kaikki verkon kaukolämpömittarit tunnittaiseen etäluentaan. Tämä voi tulevaisuudessa mahdollistaa jopa tuntihinnoittelun, mutta sen kehittämiseen tulee kulumaan vielä paljon aikaa. Tällä hetkellä tuntiluennan puuttuminen ei kuitenkaan rajoita kovinkaan paljoa eri hinnoitteluvaihtoehtoja tai uuteen hinnoittelumalliin siirtymistä. Tuntidatan hyödyntäminen hinnoittelussa nähdään kuitenkin suuressa roolissa tulevaisuudessa.

Hinnoittelumallien mallintamisessa on myös pohdittu vaihtoehtoa, jossa kuluttaja-asiakkaat, kuten yksityiset omakotitalonomistajat, sekä yritysasiakkaat, kuten taloyhtiöt ja muut yritysasiakkaat, eriytettäisiin toisistaan. Näille kahdelle ryhmälle voidaan siten tarjota erilaisia hinnoittelumalleja ja tuotteita. Esimerkiksi pientaloille hyvin sopivaa kiinteää hinnoittelua voitaisiin tarjota ainoastaan pientaloasiakkaille, jolloin hinnoittelumallit saadaan kohdennettua suoraan oikealle asiakasryhmälle. Kokonaan erillisillä hinnoittelumalleilla voitaisiin saavuttaa parempi kulutusta ohjaava vaikutus. Toisaalta yhteiset hinnoittelumallit kaikille asiakkaille voivat olla läpinäkyvämpi vaihtoehto kuin eriytetty hinnoittelu.

Tärkeää hinnoittelumallin muuttamisessa on kuitenkin sen tekeminen asiakkaille mahdollisimman helpoksi ja vaivattomaksi. Jos asiakkaille tarjotaan täysin uudistettua hinnoittelua, jonkin hinnoittelumallivaihtoehdon on oltava rakenteeltaan yhtä selkeä ja helposti ymmärrettävä kuin perinteinenkin hinnoittelumalli. Näin pyritään takaamaan, että jokainen asiakas ymmärtää vastaisuudessaakin hinnoittelun rakenteen ja maksuperusteet. Hinnoittelumallia muutettaessa asiakasviestintä on tärkeässä roolissa, jotta kaikki asiakkaat ymmärtävät, miten hinnoittelu muuttuu, miten se vaikuttaa heidän kaukolämpölaskuun ja miten he voivat omalla kulutuksellaan ohjata kustannuksia. Hinnoittelumallien uudistaminen on hyvä hetki ottaa asiakasviestintä kehityskohteeksi, ja mahdollisuuksien mukaan pyrkiä parantamaan

sitä myös jatkossa. Perinteisesti kaukolämmön asiakasviestintä ei ole ollut kovinkaan aktiivista, mutta hinnoittelunmuutos tarjoaa hyvän hetken korjata viestintä oikealle tasolle.

5.1.4 Pohdintaa parhaimmasta hinnoittelumallista ja tuloksia

Työn konstruktiiivisen luonteen vuoksi tavoitteena on esitellä erilaisia mahdollisuuksia kaukolämmön hinnoittelun uudistamisessa. Lukuisia erilaisia hinnoitteluvaihtoehtoja on esitelty edellisissä luvuissa, ja erityisesti edellä esitellyn mallinnuksen perusteella voidaan selvittää juuri Vapolle sopivia hinnoittelumallivaihtoehtoja. Tämän diplomityön valmistuessa Vapo ei kuitenkaan ole tehnyt vielä lopullista päätöstä hinnoittelumallista, mutta työn perusteella muun muassa kausihinnoittelua pidetään vahvana vaihtoehtona. Tämän diplomityön jälkeen suunnittelu- ja implementointityötä jatketaan uuden hinnoittelumallin osalta.

Vapon asiakaskunnasta suuri osa on kiinteistö- ja asunto-osakeyhtiöitä, joiden näkökulmasta helposti budjetoitava hinnoittelumalli voisi lähtökohtaisesti helpottaa heidän toimintaansa. Tällaisessa mallissa tehomaksun osuus voisi olla merkittävästi suurempi kuin energiamaksun osuus, jotta hinnat säilyisivät vakaampina läpi vuoden. Jos suuremman tehomaksun osuuden lisäksi energiahinnoittelu muutettaisiin kausittaiseksi, se kannustaisi myös pientaloja seuraamaan tarkasti kulutustaan, erityisesti talven huippukulutusaikaan.

Vapon tämänhetkinen hinnoitteluperuste on pääsääntöisesti sopimusvesivirta, joten uuden hinnoittelumallin implementoinnissa ajankohtaiseksi kysymykseksi nousee myös, tarvitseeko maksuperustetta muuttaa. Asiakkaille tehoon perustuva tehomaksu voi olla selkeämpi hahmottaa kuin vesivirtaan perustuva. Toisaalta tehoon perustuva hinnoittelu tarvitsisi jäähtyvyystariffin tai jollain tasolla jäähtyvyyden tarkkailun mukaan hinnoitteluun. Vesivirtaan perustuva hinnoittelu ottaa huomioon vesivirran suuruuden, mutta tällöin tehomaksun tulee perustua asiakkaan todelliseen vesivirtaan sopimusvesivirran sijasta, sillä muuten hinnoittelu ei vastaa todellisia kulutuksia.

Vapon kaukolämpö tuotetaan jo pitkälti biopolttoaineilla, joten asiakkaille voidaan helposti muodostaa jonkinlainen bio- tai ekolämpötariffi. Ekolämmössä Vapo voisi esimerkiksi sitoutua tuottamaan vähintään kaikkien ekolämpötariffin valinneiden asiakkaiden kaukolämmönkulutuksen verran lämpö biopolttoaineilla. Ekolämmön tuottaminen voisi olla mahdollista sähkömarkkinoiden tavoin myös konsernitasolla. Tällöin lupauksena asiakkaille olisi tuottaa biopolttoaineilla jokin osa koko yrityksen tuottamasta kokonaislämmön määrästä. Näin paikkakunnilla, joilla voi olla vaikeuksia käyttää biopolttoaineita, voitaisiin ekolämpöä markkinoida ikään kuin muiden laitosten biopolttoaineilla tuottaman lämmön siivellä. Toisaalta asiakkaiden näkökulmasta on selkeämpää, että heidän ostamansa ekolämpö tuotetaan juuri heidän kaukolämpöverkossaan, jolloin he tekevät ympäristöteon paikallisesti.

Tavoitteena tämän työn valmistuttua on uudistaa Vapon kaukolämmön hinnoittelumalli nykyisten mahdollisuuksien mukaan. Tulevaisuudessa kaukolämmön hinnoittelu tulee muuttamaan vielä paljon tämänhetkisistä hinnoittelumenetelmistä alan jatkuvan kehityksen ja toimintaympäristön muutosten vuoksi. Myös Vapon tavoitteet tulevaisuudessa on siirtyä yhä

lyhytjaksoisempaan kulutustarkasteluun ja jopa tunnittaiseen hinnoitteluun. Tulevaisuudessa tuntihinnoittelun lisäksi muita mahdollisuuksia hinnoittelun kehittämisessä ovat esimerkiksi avoin verkko ja kysyntäjousto. Taulukossa 4 on vertailtu uusien hinnoittelumallien ominaisuuksia perinteiseen hinnoitteluun. Taulukkoon on valittu vertailukohteeksi perinteinen hinnoittelumalli, sillä useilla kaukolämpöyrityksillä on se yhä käytössä, ja uudempien tuotteistettujen hinnoittelumallien kirjo on todella laaja. Vertailu on toteutettu + / - -vertailulla, jossa - -merkki tarkoittaa heikompaa tai jollain muulla tavalla huonompaa arvoa kuin perinteisessä hinnoittelussa. + -merkki taas kuvaa vastavuoroisesti suurempaa tai muutoin parempaa arvoa, kuin perinteisessä hinnoittelussa. Taulukossa 0 -merkinnällä tarkoitetaan, ettei uudella mallilla ole merkittävää muutosta asiakkaille verrattuna perinteiseen hinnoittelumalliin.

Taulukossa 4 vertailussa esimerkiksi kysyntäjousto vaikuttaa asiakkaiden maksamaan hintaan hieman, vähentämällä sitä. Taulukkoon merkattu + tarkoittaa siis asiakkaalle hieman alentunutta hintaa, mikä johtuu kaukolämmön kulutuksen vähentämisestä huippukulutusajana. Tällöin ilman asuinviihtyvyyden laskemista, voidaan kulutuspiikkejä tasata ja vähentää asiakkaiden maksamaa kokonaishintaa kaukolämmöstä. Kysyntäjousto tuo hinnoitteluun lisää läpinäkyvyyttä, kun kaukolämpöyritys selkeästi kertoo, milloin lämmön tuottaminen on kalliimpaa ja milloin asiakkaiden tulisi vähentää kulutusta. Kaukolämpöyritykset joutuvat viestimään tarkemmin muuttuvista tuotantokustannuksista kaukolämmön hinnan kautta, joten hinnoittelun voidaan olettaa muuttuvan läpinäkyvämmäksi. Asiakkaille kysyntäjousto ei välttämättä ole kuitenkaan helpoin vaihtoehto, sillä heidän täytyy itse säätää kulutuksen vähentämisen ajankohdat sekä seurata, etteivät asuntojen lämpötilat laske huippukulutuksen leikkaamisen vuoksi liikaa. Toisaalta jos säätö on sidottu taloautomaatioon, ja se tapahtuu automaattisesti, se ei tuo yhtä paljon lisätyötä asiakkaalle. Kysyntäjouaston avulla voidaan tasoittaa muun muassa vuorokauden sisäisiä kulutuspiikkejä, jolloin voidaan taata myös tasaisempi kaukolämmön tuotanto. Tällöin hinnoittelu on myös kustannusvastaavampaa. Lisäksi jos kysyntäjoustossa hinta säädetään huipputunneilla kalliimmaksi, niin asiakkaat, jotka lämmittävät paljon juuri tuona aikana, maksavat tällöin myös kalliimpaa hintaa. Tuotantoa voidaan myös paremmin optimoida, kun huipputuotannon kysyntä vähene ja kulutus muuttuu kokonaisuudessaan tasaisemmaksi.

Avoimessa verkossa hinnoittelu ei muutu käytännössä asiakkaille mitenkään, mutta ulkopuolisille lämmöntoimittajille muodostetaan kokonaan uusi hinnoittelu. Vaikutuksia asiakkaan maksamaan hintaan voi tosin tulla, jos kaukolämpöyrityksen kustannukset muuttuvat paljon ulkopuolisen lämmön vuoksi. Hinnoittelu on asiakkaalle myös yhtä läpinäkyvää ja helppoa, kuin perinteisessä hinnoittelumallissa se on ollut. Tosin kustannusvastaavuus voi kaukolämpöyrityksellä parantua, jos lämpöä saadaan ulkopuolisilta toimittajilta erityisesti huippukulutusaikaan. Toisaalta jos ulkopuolisten lämmöntoimittajien lämmöntuotanto on vaihtelevaa, kaukolämpöyrityksellä voi olla vaikeuksia ennustaa verkkoon muualta syötettävän lämmön määrä etukäteen. Tällöin voi myös tuotannon optimointi vaikeutua. Riippuen lämmöntoimittajien kanssa solmituista toimitusehdoista voi tuotannon ohjaaminen myös olla helppoa, jos toimittajat osaavat ennakoida lämmön määrän ja toimitusajan.

Tuntihinnoittelu muuttaa näistä vaihtoehtoista eniten asiakkaan maksamaa kaukolämmön hintaa. Tuntihinnoittelussa voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä kulutusta optimoimalla ja tarkkailemalla, mutta se vaatii asiakkailta jo suhteellisen paljon panostusta kaukolämmön käyttöön. Läpinäkyvyys tuntihinnoittelussa on myös parempi, sillä senhetkisten tuotantokustannusten siirtäminen suoraan hinnoitteluun valaisee myös kaukolämpöyrityksen kuluja. Toisaalta tuotantokustannusten arvioiminen voi tunnittaisella tasolla olla vaikeaa etenkin etukäteen. Asiakkaille tuntihinnoittelu ei ole helpoin hinnoittelun muoto, mutta yhdistettynä erilaisiin kotiautomaatiojärjestelmiin, sekä asiakkaan että kaukolämpöyrityksen kulutuksen ja tuotannon määrät kohtaavat paremmin. Tällöin hinnoittelu muuttuu myös mahdollisimman kustannusvastaavaksi. Lisäksi tuotannon optimointi helpottuu kun asiakkaiden kulu- tusta voidaan hinnoittelun avulla ohjata paremmin.

*Taulukko 4. Uusien hinnoittelumallien hyviä ja huonoja puolia verrattuna alkuperäiseen perinteiseen hinnoittelumalliin. Plus- ja miinusmerkit kuvaavat vertailussa mallien suurem-
paa tai parempaa sekä huonompaa tai heikompaa arvoa.*

		Kysyntäjousto	Avoin verkko	Tuntihinnoittelu
Asiakkaat	Vaikutus hintaan	+	0	++
	Läpinäkyvyys	+	0	+
	Helppous	–	0	--
Tuotanto	Kustannusvastaavuus	+	+	++
	Tuotannon optimointi	++	–	++

5.2 Hinnoittelumallin implementoinnin kulku

Uusi hinnoittelumalli ja kaukolämmön strategia voidaan implementoida järjestelmään useilla eri tavoilla. Tässä luvussa esitellään pääpiirteittäin miten implementointi on mahdollista toteuttaa ja mitä missäkin vaiheessa on hyvä ottaa huomioon. Hinnoittelumallin imple- mentoimisen voi karkeasti jakaa neljään osa-alueeseen, jotka ovat

- 1) tausta- ja selvitystyö
- 2) päätös hinnoittelumallista
- 3) hinnoittelumallin lanseeraus
- 4) käyttöönotto ja jälkiselvitykset.

Jos hinnoittelumallia ollaan muuttamassa, kaukolämpöyritys on varmasti jollain tasolla jo tiedostanut tarpeen muutokselle ja joitain selvitystöitä on saatettu jopa tehdä ennen varsi- naista päätöstä mallin muuttamisesta. Hinnoittelun muutostarve on voinut nousta esille kol- legoiden tai muiden alan kontaktien kautta, asiakkaiden yhteydenotoista tai yleisestä alan

muutoksesta, mikä vaikuttaa yritysten toimintaan. Hinnoittelumallin muutokseen menee paljon aikaa, ja kaukolämpöyritysten onkin hyvä aloittaa projekti riittävän aikaisin ennen tavoiteltua implementointivaihetta.

Tausta- ja selvitystyö

Tausta- ja selvitystyöhön kuluu varmasti eniten aikaa ja resursseja, kun selvitetään organisaation toimintaa muutoksessa ja minkälaisia vaihtoehtoja hinnoittelumalleissa on. Kuten kaikissa projekteissa on hyvä jakaa vastuut hinnoittelumallin muutosprojektissa tarkkaan, jotta kaikilla siihen liittyvillä henkilöillä on ajantasainen kuva missä projektin vaiheessa mennään ja mitä seuraavaksi tulee tapahtumaan. On hyvä jakaa vastuut esimerkiksi yrityksen käytännöistä ja toimintamalleista kaukolämpöön liittyen, palveluista, asiakasyhteistyöstä ja tuloksista. (Stridsman et al. 2012)

Selvitystyövaiheessa on hyvä tehdä selväksi, miksi hinnoittelumallia on muutettava ja mitkä ovat olleet mahdollisia ongelmia aikaisemmassa mallissa. Nämä vaikuttavat erityisen paljon uuden hinnoittelumallin kehitykseen ja sen valitsemiseen. Lisäksi on hyvä kartoittaa, minkälaista hinnoittelumallia yritys lähtee hakemaan: mitä asioita mallissa painotetaan, onko hinnoittelu erilaista erikokoisille asiakkaille tai miten energiansäästötoimenpiteet vaikuttavat asiakkaiden kustannuksiin. (Stridsman et al. 2012) Tässä diplomityössä on esitelty erilaisia hinnoittelumalleja, kuten kausihinnoittelua, liittymän vuokraamishinnoittelua ja kaukolämmön kiinteää maksua. Hinnoittelumallin kehityksessä on hyvä peilata mallien ominaisuuksia yrityksen tarpeisiin ja tavoitteisiin. Jos tavoitteena on esimerkiksi vähentää asiakkaiden kulutuspiikkejä kalliin lämmöntuotannon aikana, hinnoittelumallin on hyvä ohjata asiakkaita oikeaan suuntaan. Jos taas pyritään kannustamaan asiakkaita, joilla on vaihtoehtoisia lämmönlähteitä, pysymään kaukolämmön asiakkaina, hinnoittelu on hyvä räätälöidä sen mukaan. Molempiin näihin fokuksiin sopii esimerkiksi kausihinnoittelu, mutta jokaiselle kriteerille voidaan räätälöidä tarpeellinen hinnoittelumalli. Tämän vuoksi kaukolämpöyritysten on hyvä olla selvillä omista tavoitteistaan ja päättää jo hyvissä ajoin ennen hinnoittelumallin muuttamista, mikä tulee olemaan hinnoittelunmuutoksen päätavoite.

Lisäksi on tärkeää ottaa huomioon myös hinnoittelun ulkopuolisia asioita, kuten miten asiakkaat otetaan huomioon koko projektissa, miten muutoksesta informoidaan tai muutetaanko yrityksen muuta strategiaa, kuten asiakasviestintää samalla. Asiakasviestintätapojen muutos on erityisen helppo toteuttaa uuden hinnoittelun implementoinnin yhteydessä. Samalla on hyvä ottaa huomioon miten pelkästään hinnoittelumallin muutoksen jälkeen toimitaan, miten asiakasviestintää jatketaan ja kehitetään hinnoittelumallin uudistamisen jälkeen. Hinnoittelun muutoksessa on hyvä pyrkiä selvittämään miten muutos vaikuttaa lämmöntoimintuksiin ja miten asiakkaat reagoivat kulutuksellaan eri hinnoittelumalleihin. (Stridsman et al. 2012)

Selvitystyön tavoitteena on saavuttaa sopivia ja kilpailukykyisiä hinnoittelumallivaihtoehtoja, jotka vastaavat sekä kaukolämpöyrityksen että asiakkaan tarpeita paremmin. Lisäksi selvitystyövaiheessa on hyvä suunnitella alustavasti implementoinnin kulku sekä tavoitteet

kullakin osa-alueella. Kun erilaisia hinnoittelumalleja on testattu riittävästi ja implementointin kulku on suunniteltu alustavasti, voidaan välttyä erilaisilta yllätyksiltä ja ongelmilta.

Päätös hinnoittelumallista

Hinnoittelumallin valinta on varmasti merkittävin osa-alue koko muutosprojektissa. Itse hinnoittelumalli tullaan esittelemään asiakkaille ja se tulee olemaan projektin keskiössä ja kaikista näkyvimmissä roolissa. Hinnoittelumallista tehdään ikään kuin periaatepäätös ja erilaiset tarkemmat yksityiskohdat, kuten esimerkiksi hintojen suuruudet, määritellään. Periaatepäätöksen jälkeen on hyvä laatia tarkka ja yksityiskohtainen implementointiaikataulu eli täydentää edellisessä vaiheessa laadittua alustavaa aikataulua. (Stridsman et al. 2012)

Hinnoittelumallin päätöksenteon jälkeen on hyvä aloittaa asiakasviestintä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Jos tiedetään tarkkaan hinnoittelumallin rakenne, se voidaan esitellä jo asiakkaille, jolloin heillä on riittävästi aikaa tutustua siihen ja mahdollisesti muuttaa jo kulutustaan sen mukaiseksi. Virallisesti hinnoittelumuutoksesta on ilmoitettava Ruotsissa kahta ja Suomessa yhtä kuukautta ennen hinnoittelumallin käyttöönottoa. Asiakkaita on kuitenkin hyvä tiedottaa jo viimeistään puolta vuotta ennen hinnoittelumallin muutosta, jotta varsinkin suuret asiakkaat ehtivät ottaa hinnoittelun muutoksen huomioon lämmityskustannusten budjetoinnissa. Asiakkaiden avoin informoiminen on erittäin tärkeää paremman asiakaskommunikaation saavuttamiseksi, ja hinnoittelumallin esittely on hyvä tapa aloittaa perempi dialogi asiakkaiden kanssa.

Hinnoittelumallin lanseeraus

Kun tarkka aikataulu on valmis ja hinnoittelumallia ryhdytään lanseeraamaan asiakkaille, on hyvä pitää sekä asiakkaat että yrityksen omat projektiin osallistuneet työntekijät tietoisina tulevista toimenpiteistä. Sekä sisäinen että ulkoinen viestintä ovat hyvin tärkeitä tekijöitä koko prosessin ajan.

Hinnoittelumallin esittelyn jälkeen asiakkailta herää luultavasti useita kysymyksiä, kuten ketä hinnoittelun muutos koskee, vaatiiko se toimenpiteitä, kuinka paljon lämpölaskut nousevat tai laskevat ja miten tähän voi kulutuksellaan vaikuttaa. Jos kaukolämpöyrittäjä on aktiivisesti yhteydessä asiakkaisiin mahdollisimman aikaisin, voi yritys vastata tuleviin kysymyksiin jo ennen niiden esittämistä. Tämä tuo asiakkaille tunteen siitä, että kaukolämpöyrittäjä panostaa asiakasviestintään. Ajoissa hinnoittelumallista kertominen tuo myös esimerkiksi taloyhtiöasiakkaille mahdollisuuden punnita hinnanmuutoksen suuruutta. Jos hinta heidän mukaansa muuttuu dramaattisesti, he voivat ilmoittaa siitä riittävän hyvissä ajoissa lämmön loppukuluttajille.

Erityisesti niin sanotusti kenttätöiden tekijöiden eli lämmönmyyjien, jotka ovat asiakkaisiin suoraan yhteydessä, on hyvä olla koulutettuja uuteen hinnoittelumalliin. Näin he voivat tarkemmin kertoa asiakaskohtaisesti muutoksista ja mahdollisesti järjestää heidän kanssaan

jopa infotilaisuuksia. Erityisesti myyjien on hyvä informoida asiakkaita, joiden kaukolämpölaskun suuruus on nousemassa. Näin asiakkailla on mahdollisuus reagoida kulutukseensa, esimerkiksi uusimalla laitteitaan, ennen uuden hinnoittelun käyttöönottoa. Lisäksi jos verkossa on asiakkaita, joiden lämpölasku tulee pienenemään runsaasti, heille tiedon kertominen on hyvä uutinen. Usein tällaiset asiakkaat, joilta on laskutettu enemmän, ovat myös harkinneet vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja, joten hinnanmuutos voi jopa peruuttaa heidän muutossuunnitelmansa.

Hinnoittelumallin lanseeraamisessa on hyvä pitää koko implementointiprosessiin osallistuvilla yhtenäinen linja sekä samat argumentit ja yleisilme uudesta hinnoittelumallista. Muun muassa myyjäkontakteilla, puhelin- ja kirjeyhteydenotoilla, mediak kontakteilla ja kotisivuilla on tärkeä viestiä asiakkaille yhteneväisesti ja selkeästi, niin että hinnoittelun muutos on helppo ymmärtää.

Käyttöönotto ja jälkiselvitykset

Edellä mainitun mukaisella riittävällä asiakasviestinnällä, suurin osa asiakkaista on varmasti tietoinen hinnoittelumallin muutoksesta. Kysymyksiä herää kuitenkin varmasti ensimmäisen laskun saavuttua, usein samoista asioista kuin hinnoittelumallin lanseerauksen aikana. Asiakkaiden kysymyksiin on hyvä varautua ja varmistaa mahdollisimman nopeat vastaukset. Laskutuksessa voi esiintyä myös oikeita virheitä, jolloin on hyvä varata aikaa laskujen manuaaliseen tarkastamiseen ensimmäisen laskun jälkeen. Kysymyksiin on hyvä varautua esimerkiksi suunnittelemalla etukäteen argumentteja, joilla muun muassa kausihinnoittelun hinnanmuutosta voidaan helposti selittää. Oikein ja selkeästi selitettynä asiakkaat ymmärtävät paremmin ja nopeammin hinnoittelumallin muutoksen vaikutukset.

Hinnoittelumallin viimein tulossa virallisesti käyttöön, kaukolämpöyritysten on hyvä pitää silmällä asiakkaiden kulutusta ja sen muutosta. Jos asiakkaat reagoivat hinnanmuutokseen vasta sen astuttua voimaan, lämmönkulutukseen voi kohdistua suuria vaihteluita. Lämmön tuotannon on oltava valmiudessa suurten kulutusvaihteluiden varalta. Kulutus ei välttämättä muutu rajusti, mutta jälkikäteen sitä on kuitenkin hyvä seurata. Hinnoittelun muutoksella on usein pyritty vaikuttamaan kulutukseen, esimerkiksi vähentämällä piikkikulutusta, joten tavoitteissa onnistumista on hyvä seurata. Jos kulutuksen muutos on pitkällä aikavälillä merkittävä, hinnoittelumallin toimivuus on hyvä tarkistaa. Jos hinnoittelumalli ei vastaa riittävän hyvin verkon toimintaa, voidaan hinnoitteluun tehdä hienosäätöjä, niin että se muokataan palvelemaan paremmin sekä asiakkaita että kaukolämpöyritystä.

Jos kaukolämmön hinnoittelun muutoksen yhteydessä päivitetään myös esimerkiksi yrityksen palveluntarjontaa, on hyvä pitää kirjaa miten palveluiden kysyntä on kehittynyt. Muitakin muutoksia, kuten asiakaskommunikaation parantaminen, on hyvä seurata ja seuraavissa palautekyselyissä erityisesti keskittyä mahdollisiin muutoksiin. On hyvä selvittää mikä implementoinnissa asiakkaiden mielestä on onnistunut ja mikä olisi vaatinut parantamista, jotta tulevaisuudessa osataan toimia entistä tehokkaammin.

Koko hinnoittelun muuttamisprosessin aikana Viestintä, sekä sisäinen että ulkoinen, nousee avainasemaan. Tutkimusten mukaan tällä hetkellä keskimäärin varsin heikon asiakasviestinnän vuoksi asiakkaat kuulevat kaukolämmön kuluttajahinnoista usein muilta asiakkailta. Kaukolämpöyritys voi omalla viestinnällään parantaa asiakkaiden hintatietoutta, jolloin asiakkaidenvälinen hintakeskustelu käydään ajantasaisilla hinnastoilla. (Angren, Arnoldsson 2014) Asiakkaiden on myös hyvä ymmärtää mitä hinnoittelussa on otettu huomioon ja mitkä eri tekijät siihen vaikuttavat. Hinnanmuutoksilla haetaan esimerkiksi usein kustannusvastavampaa hinnoittelua, jolloin kiinteiden maksujen osuus kokonaiskustannuksista usein kasvaa. Tutkimuksessa (Rydén et al. 2013) vuosina 2011–2013 hinnoittelumallinsa uudistaneiden kaukolämpöyritysten kesken keskimääräinen energiankulutuksesta riippuvainen kaukolämmönhinnan osuus on pienentynyt, mikä on toivottava kehityssuunta. (Rydén et al. 2013) Tällaisissa tilanteissa hintaviestintä ja hinnoittelun rakenteen muuttumisen selventäminen on elintärkeää, jotta väärinkäsityksiä kaukolämmön hinnasta ei pääse syntyään.

5.3 Kaukolämmön mielikuvan parantaminen

Kuten edellisessä luvussa todettiin, hinnoittelumallin implementoinnin yhteydessä on hyvä päivittää kaukolämpöyrityksen asiakasviestintää. Asiakkaiden kanssa käytävään kommunikatioon voi panostaa monella eri tavalla ja asiakkaille on hyvä selventää esimerkiksi hinnoittelun läpinäkyvyyttä ja asiakkaiden omaa kulutusta. Niin sanotusti kaukolämpöalan imagoa voidaan myös parantaa erityisesti hinnoittelun muuttamisen yhteydessä. Erilaiset asiakkaalle näkyvät keinot, kuten laskupohjan selventäminen, asiakasportaali tai internetsivujen päivitys voivat kasvattaa kaukolämmön positiivista mielikuvaa. Erityisesti hinnoittelua muutettaessa on hyvä panostaa uusien hinnoittelujärjestelmien läpinäkyvyyteen ja selkeyteen. Uusista hinnoittelumalleista on hyvä lähettää yksityiskohtaisesti tietoa jokaiselle asiakkaalle. Erityisesti ensimmäisessä laskussa hinnoittelunmuutoksen jälkeen on hyvä osoittaa tarkkaan mistä lasku muuttuneen hinnoittelun jälkeen koostuu. Kaukolämpölaskun lukuohjeet ovatkin yleistyneet viime vuosina ja kaukolämpöyritykset pyrkivät saamaan laskusta asiakkaille helpommin ymmärrettävän. Laskussa erilaiset jaottelut ja vertailukulutuksen esittäminen on hyvä toteuttaa mahdollisimman selkeästi. Myös asiakaspalvelun yhteystiedot tulee olla helposti nähtävissä laskusta. Näin tarjotaan asiakkaille mahdollisuus ymmärtää helpommin myös kaukolämmön maksun perusteita.

Kaukolämpöyritysten on hyvä harkita liittymistä kaukolämmön laatumerkkijärjestelmään. Suomessa Reilu Kaukolämpö -järjestelmä ja Ruotsissa Reko-kaukolämpö takaavat asiakkaille tietyn laatutason, joten järjestelmiin liittyminen tuo asiakkaille heti varmuuden kaukolämpöyrityksen paremmasta ja valvotusta panoksesta erityisesti asiakkaisiin. Kaukolämmön laatujärjestelmät vaativat kaukolämpöyrityksiä erilaisiin toimenpiteisiin asiakkaiden suhteen, kuten parempaan asiakasviestintään.

Kaukolämmön mielikuvaa voidaan parantaa myös erilaisilla informaatioviesteillä, jolloin asiakkaat kokevat olevansa osana järjestelmää. Infoviesteissä voidaan esimerkiksi tehdä tutummaksi kaukolämpöjärjestelmää ja kertoa kaukolämpöyrityksen kaukolämmöntuotannon

tavoitteista. Esimerkiksi täysin biopolttoaineisiin perustuva kaukolämmöntuotanto on ympäristöystävällistä, mutta harva asiakas kuitenkaan tietää, millä polttoaineilla kaukolämpö on tuotettu. Polttoaineiden ja verojen vaikutus on kuitenkin merkittävä tekijä kaukolämmön hinnassa, joten asiakkaille olisi hyvä kertoa myös hinnoittelun taustoista. Lisäksi muun muassa informaation kertominen internetissä ja internetsivujen selkeyden ja luettavuuden parantaminen kasvattavat myös asiakkaiden tyytyväisyyttä. Antamalla asiakkaille ympäristöystävällisemmän ja positiivisemmän kuvan kaukolämmöstä, kaukolämpöyritykset parantavat ihmisten suhtautumista samalla koko alaan. Viestien ja tiedon lisäksi on hyvä lähentää asiakkaiden ja kaukolämpöyritysten konkreettista kommunikaatiota esimerkiksi tarjoamalla asiakkaille infotilaisuuksia tai keskusteluiltoja. Asiakkaiden ja kaukolämpöyrityksen kohtaamisissa herää varmasti enemmän kysymyksiä, jolloin asiantuntevat henkilöt voivat vastata asiakkaiden mieltä painaviin kysymyksiin välittömästi. Usein asiakkaat myös kokevat kaukolämpöyritykset inhimillisemmiksi jos heillä on vastassa henkilö ja kasvot, kenelle kysymykset voi esittää.

Asiakkaiden kulutus ohjaa todella paljon myös kaukolämmön tuotantoa, minkä vuoksi asiakkaiden omaa kulutustietoa olisi hyvä kartuttaa. Sähkömarkkinoilla yleistyneet sähkönkulutus- ja -seurantaportalit ovat hyviä esimerkkejä kaukolämpöalallekin. Asiakasportaalista asiakkaat voisivat seurata omaa kulutustaan saatavan mittatiedon tarkkuudella. Yhä useammalla kaukolämpömittarilla voidaan lukea asiakkaiden tuntidataa, jota voitaisiin hyödyntää myös asiakasportaalissa. Asiakkaiden on hyvä tietää, mihin aikaan heidän huippukulutuksensa ajoittuu, jotta kulutuspiikkejä voitaisiin vähentää. Portalin avulla asiakkaat voisivat myös seurata, minkälainen merkitys omalla kulutuksella on lämpölaskun suuruuteen. Kulutuksen vähentämisestä seuraava lakun pieneneminen voi yllättää asiakkaat positiivisesti.

Erilaisten tuotteiden tarjoaminen tekee kaukolämpöyrityksestä kokonaispalveluntarjoajan asiakkaiden silmissä. Kaukolämpöyritysten on hyvä pitää yllä imagoaan kokonaisvaltaisena palveluntarjoajana tarjoamalla esimerkiksi huolto ja kunnossapitoa asiakkaille. Esimerkiksi kaukolämmön lämmönjakokeskuksen lämmönvaihdivien vaihtamisaikojen on helppo seurata ja tarjota asiakkaille oikeaan aikaan vaihtopalvelua. Lisäksi avaimet käteen -kaukolämpö voi lisätä asiakkaiden luottamusta kaukolämpöyritykseen hyvänä kokonaispalveluntarjoajana. Eri tuotevaihtoehdot antavat asiakkaille kattavan, monipuolisen ja joustavan kuvan kaukolämpöyrityksestä.

Erinäköiset asiakkaille ja muulle kuluttajakunnalle näkyvät panostukset kohottavat kaukolämpöyrityksen ja koko alan arvostusta ja luotettavuutta. Lämmitysmarkkinoiden muutoksen vuoksi kaukolämmön on hyvä ylläpitää kilpailukykyään ja erityisesti asiakasrajapinnan ylläpito ja jatkuva parantaminen lisää kaukolämmön asiakkaiden tyytyväisyyttä. Tämä on kaukolämmölle tärkeä valttikortti tiukentuvilla lämmitysmarkkinoilla.

6 Johtopäätökset ja yhteenveto

Kaukolämpöala on viime vuosina ollut murrosvaiheessa, joka tulee vaikuttamaan alaan ja koko lämmitysmarkkinoihin vielä useiden vuosien ajan. Suomessa ja Ruotsissa rakennukset ja niiden kuluttama lämmin käyttövesi on perinteisesti lämmitetty suurimmaksi osaksi kaukolämmöllä. Tiukentuvien rakennusmääräysten vuoksi rakennusten energiankulutuksen enustetaan kuitenkin kääntyvän lähivuosina laskuun, mikä vaikuttaa kaukolämpöalan lisäksi myös muihin lämmitysmuotoihin. Kaukolämpöalan murroksessa yhtenä keskeisimpänä ja näkyvimpänä muutoksena on viime vuosina ollut hinnoittelun päivittäminen.

Kaukolämpöyritykset ovat vasta viime vuosina ryhtyneet päivittämään hinnoittelumallejaan muun muassa tiukentuneesta kilpailusta johtuen, mutta niiden päivittäminen on nykyään yhä yleisempää. Suurimmat kaukolämpöyritykset sekä Suomessa että Ruotsissa ovat jo uudistaneet hinnoittelunsa ja tuotteistaneet sen jopa useisiin eri malleihin asiakkaille sopivammaksi ja helpommin ymmärrettäväksi. Kaukolämmön hinnoittelun päivittämisen tavoitteena perinteisestä, kuukausittain samana pysyvistä, vain teho- ja energiamaksuun perustuvasta hinnoittelusta, voidaan pitää kilpailukykyisempää, joustavampaa, läpinäkyvämpää ja kustannusvastaavampaa hinnoittelumallia.

Tässä diplomityössä esiteltiin sekä nykyisiä että mahdollisia tulevaisuudessa käyttöönotettavia hinnoittelumalleja. Nykyisten hinnoittelumallien rakenteita, maksuperusteita ja niiden variaatioita esiteltiin diplomityön alkuvaiheessa. Perinteisesti kaukolämmöstä on liityttäessä maksettu liittymismaksu ja kulutuksen aikana kiinteää tehomaksua sekä kulutuksesta riippuvaa energiamaksua. Nykyään erilaiset uudet maksukomponentit, kuten jäähtyvyyden hinnoittelu, ovat yleistyneet. Myös uudemmat hinnoittelumallit, kuten kausihinnoittelu, mikä lisää muun muassa hinnoittelun kustannusvastaavuutta, ovat yleistyneet runsaasti. Tällä hetkellä käytössä olevat uudemmat hinnoittelumallit perustuvat, kuten aikaisemminkin perinteinen hinnoittelumalli, pääsääntöisesti kuukausittaiseen kulutukseen. Tuntidataa hyödynnetään kuitenkin jo muun muassa yksittäisten tehopiikkien ja huippukulutusten selvittämiseen. Näitä voidaan hyödyntää esimerkiksi todelliseen kulutukseen perustuvan tehomaksun selvittämisessä.

Uudempia hinnoittelumalleja on käytössä jo useilla hinnoittelumalliaan uudistaneilla kaukolämpöyrityksillä, mutta tulevaisuuden malleja, kuten kysyntäjoustoa, tutkitaan vielä ja niistä useimmat ovat vasta tutkimus- tai pilotointivaiheessa. Kysyntäjoustoa eli asiakkaiden huippukulutuksen leikkaamista ei ole vielä siirretty täysin kaupalliseen käyttöön vaan erilaiset pilottihankkeet siitä toimivat hyvin kontrolloiduissa olosuhteissa. Joitakin uusia hinnoittelumenetelmiä, kuten tunti hinnoittelua ei ole vielä pilotoitu lainkaan käytännössä. Tuntihinnoittelussa lämpöenergia hinnoiteltaisiin samalla tavalla kuin sähköenergiakin spot-markkinoilla ja asiakas voisi suunnitella lämmönkulutuksensa optimaalisesti halvimpia tunteja hyväksi käyttäen. Uudemmat hinnoittelumallit keskittyvät tulevaisuudessa varmasti yhä enemmän tuntidatan hyödyntämiseen, kun taas tällä hetkellä käytössä olevat hinnoittelumallit

käyttävät vielä pääsääntöisesti hyväkseen vain kuukausidataa. Tässä diplomityössä on esitelty uudempia ja vielä tutkimusvaiheessa olevia hinnoittelumalleja sekä niiden rakennetta, ominaisuuksia ja vaatimuksia.

Tässä diplomityössä uusien hinnoittelumallien kartoittamisen, niiden ominaisuuksien esittelyn sekä kaukolämmön hinnoittelun kannalta lämmitysmarkkinoiden kehityssuuntien tutkimisen lisäksi haettiin case -esimerkin avulla uusia hinnoittelumallivaihtoehtoja Vapon kaukolämpöverkoille. Verkoissa käytetään tällä hetkellä perinteistä hinnoittelumallia teho- ja energiamaksuineen. Case -tutkimuksessa pyrittiin löytämään uusia mahdollisia hinnoittelumalleja Vapon yhdelle testiverkolle, mutta eri hinnoittelumalleja käsiteltiin ja kehitettiin myös siten, että niistä saatiin yleishyödyllisiä malleja mille tahansa kaukolämpöverkolle. Kriteereinä hinnoittelumallien kehityksessä oli muun muassa asiakkaiden tämänhetkisten lämmityskulujen pitäminen mahdollisimman samoina siten, ettei kenenkään asiakkaan kaukolämmön hinta muuttuisi liian rajusti. Mallinnus toteutettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Ohjelmassa luotiin testiverkon asiakkaiden kulutuksen perusteella skenaarioita erilaisista hinnoittelumalleista, joita voitiin verrata sekä keskenään että alkuperäiseen hinnoittelumalliin. Mallinnuksessa hinnoittelumalleja voitiin koostaa muun muassa erilaisista energia- ja tehomaksutariffeista, joiden lisäksi voitiin ottaa huomioon muun muassa jäähtyvyys sekä lisätä malleihin erilaisia tuotteita. Kaukolämpöyrityksen tarjotessa useaa hinnoittelumallia asiakkaille, heidän valintansa voivat vaikuttaa yrityksen kaukolämmöstä saamiin tuottoihin, kuten niiden suuruuteen ja saantiaikaan. Tämän vuoksi mallinnuksessa otettiin huomioon erillisillä prosenttiosuuksilla myös asiakkaiden mahdollisesta hinnoittelumallin valinnasta johtuva epävarmuus. Mallinnuksessa voitiin valita kuinka monta prosenttia asiakasta tulee valitsemaan uudenlaisen hinnoittelumallin tai valitsee esimerkiksi jonkin tuotteen, kuten ekolämmön kaukolämmön lisäksi. Näin saatiin mallinnettua myös erilaisten hinnoittelumallien yhdistelmiä, siten ettei kokonaiskustannukset muutu asiakas- tai verkkokokhtaisesti liikaa.

Mallinnuksen tuloksien perusteella on helppo verrata uusia hinnoittelumalleja keskenään sekä alkuperäiseen hinnoitteluun. Erilaisia hinnoittelumalleja ja niiden yhdistelmiä tarkasteltiin mallinnuksessa yhteensä yli 60 kappaletta. Suuri osa tariffivaihtoehtoista oli kuitenkin suunniteltu sopimaan määrättyyn vastakkaiseen tarffiin, joko teho tai energiamaksutarffiin, joten yhdistämällä niitä muihin tariffeihin, syntyneet hinnoittelumallit eivät olleet optimaalisia. Vertaamalla kehitettyjä hinnoittelumalleja alkuperäiseen hinnoittelumalliin sekä sen kustannuksiin asiakas- ja verkkokokhtaisesti, saatiin tulokseksi muodostettua optimaalisten hinnoittelumallivaihtoehtojen joukko. Saaduista tuloksista voidaan päätellä, että kaukolämpöyrityksillä on hyvin paljon vaihtoehtoja erilaisten hinnoittelumallien valinnassa. Yritys voi tarjota käytännössä rajattomasti erilaisia hinnoittelumalleja ja tuotteita asiakkaille, mutta usein resurssit ja eri mallien hyödyllisyys asettavat rajat hinnoittelumallien määrälle. Tässä diplomityössä hinnoittelumallien mallinnuksesta ja optimoinnista saatujen tulosten perusteella yhtä yksittäistä selvästi muita parempaa hinnoittelumallia ei ole vaan vaihtoehtoisia keskenään erilaisia malleja on runsaasti. Kaukolämpöyrityksellä on mahdollisuus

koostaa useista erilaisista hinnoittelumalleista sopivanlaajuinen ja yksilöllinen kaukolämmön hinnoitteluyhdistelmä. Eri hinnoitteluvaihtoehtojen vuoksi kaukolämmön hinnoittelun diversiteetti tulee varmasti kasvamaan tulevaisuudessa.

Lämmitysmarkkinoilla toimiessaan kaukolämpöyrityksellä on poikkeuksellinen asema ollessaan sidoksissa asiakkaisiinsa jatkuvasti. Tätä lämmitysmarkkinoilla poikkeuksellista asiakasyhteyttä voi hyödyntää muun muassa tarjoamalla asiakkaille kaukolämmön ohella monipuolisia palveluita. Kaukolämmön käyttöön liittyviä palveluita voivat olla liittymisen yhteydessä esimerkiksi avaimet käteen -kaukolämpö, jossa kaukolämpöyritys hoitaa liittymisen ammattitaitoisesti, eikä asiakkaan tarvitse hankkia itse esimerkiksi lämmönjakokeskusta. Liittymisen yhteydessä kaukolämpöyritys voi myös helpottaa alkuinvestoinnin suuruutta tarjoamalla asiakkailleen liittymismaksun rahoitusapua eli korollista maksuaikaa tai antaa lämpöliittymä asiakkaalle vain vuokralle. Lämmönkäytön aikana esimerkiksi huolto- ja kunnossapitosopimusten tarjoaminen asiakkaille vähentää heidän rasitettaan muun muassa lämmitysjärjestelmän huollosta. Kaukolämpöyrityksillä on potentiaalia kehittyä helposti kokonaisvaltaiseksi palveluntarjoajaksi. Perinteisen kaukolämpöenergian tarjoamisen ohella erilaiset palvelut ovatkin tärkeässä roolissa tarkastellen koko kaukolämpöalan tulevaisuutta.

Palveluiden sekä hinnoittelumallin muutoksen markkinoiminen ja viestiminen asiakkaille on erityisen tärkeää, luottamuksen ja imagon ylläpidon kannalta. Erilaiset palvelut ja hinnoittelumallit on hyvä tuottaa, ja tehokkaan asiakasviestinnän avulla saada asiakkaat tietoisiksi omista mahdollisuuksistaan valita sopivimmat vaihtoehdot. Hinnoittelumallin uudistaminen on sekä kaukolämpöyritykselle että asiakkaille merkittävän muutoksen kohde, joten avoimen ilmapiirin luomiseksi yritysten on hyvä tiedottaa hinnoittelunmuutoksista mahdollisimman ajoissa sekä riittävän usein. Näin vältetään väärinkäsityksiltä ja mahdollisilta epämieluisilta yllätyksiltä kun sekä asiakkaat että kaukolämpöyritys ovat riittävän tietoisia vastapuolen aikomuksista ja tarpeista. Tässä diplomityössä on esitelty myös miten uusi kaukolämmön hinnoittelumalli tulisi implementoida ja mitä asioita, kuten viestintä, tulisi ottaa muutoksessa huomioon. Muun muassa implementoinnin ajankohtaa on pohdittava tarkkaan, jotta esimerkiksi kausihinnoittelun käyttöönoton vuoksi mahdollisesti kasvaneet talviajan lämmityskustannukset eivät vaikuta asiakkaaseen liian voimakkaasti.

Nykyaikana sekä asiakkaiden lisääntyneet tarpeet että tiukentuneet määräykset ja asetukset asettavat kaukolämpöyritysten hinnoittelun erityisen muutospaineen alle. Tämän vuoksi hinnoittelun muuttaminen koetaan erityisen ajankohtaiseksi sekä kaukolämpöyritysten että asiakkaiden näkökulmasta. Kaukolämmön hinnoittelu on kaukolämpöalalla ulospäin näkyvin tekijä, minkä vuoksi sen muuttaminen on hyvä suorittaa suunnitellusti ja huolellisesti. Erilaiset tarkempaan mittausdataan ja tasaisempaan kulutukseen ohjaavat hinnoittelumallit ovat varmasti yksi kaukolämmön hinnoittelun tulevaisuuden kehityssuunnista. Asiakkaan kulu- tusta tarkemmin seurattaessa myös muu yhteydenpito ja viestintä kaukolämpöyrityksen ja asiakkaan välillä on hyvä pitää tiiviinä.

Lähteet

Aatsalo, J. 2016. Vain kolmasosa nollaenergia- ja passiivitaloista pääsi energiankulutustavoitteisiinsa. Rakennuslehti. Vol. 40:8. S. 10-11. ISSN 0033-9121.

Angren, J. & Arnoldsson, J. 2014. Fjärrvärmens konkurrenskraft: En analys av olika uppvärmningsteknikers kostnadseffektivitet och kunders beslutsfattande. [verkkodokumentti]. Linköping University, Environmental Technology and Management. [viitattu 16.3.2016].

Asianajotoimisto Krogerus Oy. 2014. Määräävän markkina-aseman väärinkäyttövalvonnan kaukolämpöliiketoiminnan kehittämiseksi asettamat reunaehdot. [Verkkojulkaisu]. Energia-teollisuus ry. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/mma_selvitys_kaukolampo_v4_0.pdf.

Byseke, D. & Högberg, J. 2011. Prissättning av fjärrvärme. [verkkodokumentti]. Seminaarityö. Ruotsi, Göteborg: Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet. [viitattu 14.1.2016].

Dalla Rosa, A. & Christensen, J. E. 2011. Low-energy district heating in energy-efficient building areas. Energy 12. Vol. 36:12, S. 6890-6899. ISSN 0360-5442. DOI: <http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/j.energy.2011.10.001>.

E.ON Försäljning Sverige AB. 2011. Hög avkylning ger fördelar och bonus. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Helsingborg: Koloriten AB. Saatavissa: https://minasidor.eon.se/upload/eonse-2-0/dokument/broschyrarkiv/privatkund/fjarrvarme/Hög_avkylning_ger_fördelar_och_bonus.pdf

Ekholm, T. Ilmastomuutos ja vähähiilinen yhteiskunta. Vähähiilisyys -koulutustilaisuus. TEM, Ratakatu 3, Helsinki. 2014

Energiatehokkuuslaki. 2015. 1429/2014. Työ- ja elinkeinoministeriö. ed. 1.1.2015. [viitattu 19.3.2016].

Energiateollisuus ry. 2006a. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Kirjapaino Libris Oy. ISBN 952-5615-08-1.

Energiateollisuus ry. 2006b. Liittymis- ja lämpömaksuhinnastot 1.1.2006, Raportti T22/2006. [Verkkojulkaisu]. [viitattu 2.10.2015].

Energiateollisuus ry. 2010a. Kaukolämmön käyttöraportit, SuositusM1/2010. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/suositusm1_2010_20100921.pdf.

Energiateollisuus ry. 2010b. Suositus T1/2010, Kaukolämmön sopimusehdot. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 19.3.2016] Saatavissa: <http://energia.fi/julkaisut/suositus-t12010-kaukolammon-sopimusehdot-pdf>

Energiateollisuus ry. 2011. Kaukolämmön hinta pähkinänkuoressa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/et_kaukol_hinta_esite_160911.pdf

Energiateollisuus ry. 2013. Kaukolämpöalan strategia. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampoalan_strategia_8-2013.pdf.

Energiateollisuus ry. 2014. Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina, Suositus K15/2014. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/teho_ja_vesivirta_suositusk15_2014.pdf.

Energiateollisuus ry. 2015a. Kalvosarjat: Energiavuosi 2014 - Kaukolämpö. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 9.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2014-kaukolampo-0>

Energiateollisuus ry. 2015b. Kaukolämpötilasto 2014. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 14.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/dokumentit/tilastot-ja-julkaisut/kltilastojulkaisu_2014.pdf. ISBN 0786-4809.

Energiateollisuus ry. 2015c. Tiedote: Kaukolämmön tuotannosta jo kolmannes hiilineutraalia. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/kaukolammon-tuotannosta-jo-kolmannes-hiilineutraalia>.

Energiateollisuus ry. 2016a. Kalvosarjat: Energiavuosi 2015 - Kaukolämpö. [Verkkojulkaisu]. Viitattu: 12.3.2016. Saatavissa: <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2015-kaukolampo>

Energiateollisuus ry. 2016b. Kaukolämmön hinta. [Verkkojulkaisu]. [viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/kaukolammon-hinta>

Energiateollisuus ry. 2016c. Kaukolämmön hintatilasto 1.1.2016. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 14.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla>.

Energiateollisuus ry. 2016d. Reilu kaukolämpö. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/reilu-kaukolampo>.

Energimarknadsinspektionen. 2016. Faktorer som påverkar fjärrvärmepriset. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2016] Saatavissa: <http://ei.se/sv/Fjarrvarme/sa-bildas-fjarrvarmepriset/>.

Energimyndigheten. 2015a. Energiindikatorer 2015, Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Eskilstuna: Statens energimyndighet. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=2735>. ISBN 1403-1892.

Energimyndigheten. 2015b. Energiläget 2013. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Bromma: Arkitektkopia. [Viitattu 1.3.2016]. Saatavissa: <http://www.energimyndigheten.se/statistik/energilaget/>

Energimyndigheten., 2016. Energiläget i siffror 2016. [Verkkajulkaisu]. Ruotsi, Eskilstuna: Statens energimyndighet. [Viitattu 2.5.2016]. Saatavissa: <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2016/nu-finns-energilaget-i-siffror-2016/>

Eskilstuna Energi och Miljö., 2016. Flödespremie - Spara pengar med bättre avkylning av ditt fjärrvärmevatten. [Verkkajulkaisu]. Ruotsi, Eskilstuna: Eskilstuna Energi och Miljö AB. Saatavissa: http://www.eem.se/dokument/Värme/Flödespremie_webbversion.pdf

EU direktiivi. 2010. Direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (uudelleenlaadittu). Euroopan parlamentti ja Euroopan unionin neuvosto, direktiivi 2010/31/EU. [Viitattu: 15.4.2016].

EU direktiivi. 2012. Energiatehokkuusdirektiivi. Euroopan parlamentti ja neuvosto direktiivi 2012/27/EU. [Viitattu: 5.4.2016].

Fjärrvärmelag. 2008. 2008:263. Regeringskansliet / Lagrummet. [Viitattu: 19.3.2016].

Fortum. 2015. Fortum ja Leanheat yhteistyöhön TA-Yhtymän ja Järvenpään Mestariasuntojen kanssa - kysyntäjoustolla älykkäämpää kaukolämpöä asuinkerrostaloihin. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.3.2016]. Saatavissa: <https://www.fortum.com/fi/media/pages/fortum-ja-leanheat-yhteistyohon-ta-yhtyman-ja-jarvenpaan-mestariasuntojen-kanssa-kysyntajoustolla-alykkaampaa.aspx>

Fortum. 2016a. Konesalin hukkalämpö koteihin. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu: 2.3.2016]. Saatavissa: <http://kotienergia.fi/yrityksille/konesalin-lampo-koteihin/>

Fortum. 2016b. Öppen Fjärrvärme. [Verkkosivu]. [Viitattu: 15.1.2016]. Saatavissa: <http://www.oppenfjarrvarme.se/>

Gadd, H. & Werner, S. 2014. Achieving low return temperatures from district heating substations. *Applied Energy*. Vol. 136: 12/31. S. 59-67. ISSN 0306-2619. DOI: <http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/j.apenergy.2014.09.022>.

Gullev, L. 2013. Germany - a huge potential for further development of district heating. *Hot|cool*. [Verkkajulkaisu]. Vol. 4:2 [Viitattu 2.3.2016]. S. 2.3.2016. Saatavissa: https://dbdh.dk/download/Publications/HC2_13_LOWg.pdf. ISSN 0904 9681.

Heikkilä, T. 2011. Kaukolämmön hinnoittelurakenteet. [Verkkodokumentti]. AMK-opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32684/Insinööri%20TimoHeikkilä%2015.4.2011.pdf?sequence=1>

Hsee, C.K., Loewenstein, G.F., Blount, S. & Bazerman, M.H. 1999. Preference reversals between joint & separate evaluations of options: A review & theoretical analysis. *Psychological Bulletin*. Vol. 125:5. S. 576-590 ISSN 0033-2909. DOI <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.125.5.576>.

Johansson, C. 2015. Intelligent fjärrvärmenät –Karlshamnmodellen. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Karlskrona: Länsstyrelsen Blekinge län [Viitattu 5.3.2016]. Saatavissa: <http://www.lansstyrelsen.se/blekinge/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/rapporter/2015/Rapport-2015-15.pdf>. ISBN 1651 - 8527.

Joint Research Centre of the European Commission. 2012. Background Report on EU-27 district heating & cooling potentials, barriers, best practice & measures of promotion. [Verkkojulkaisu]. The Netherlands, Luxembourg: Publications Office of the European Union [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: <https://setis.ec.europa.eu/system/files/1.DHCpotentials.pdf>. ISBN 1831-9424 (online). DOI: 10.2790/47209.

Kahneman, D. 2012. Thinking, fast & slow. Iso-Britannia: St. Ives: Penguin Group. ISBN 978-0-141-03357-0.

Kilpailulaki. 2011. 948/2011. Työ- ja elinkeinoministeriö. [Viitattu: 13.1.2016]

Kilpailuvirasto. 2012. Kilpailuvirasto lopetti tällä erää kaukolämpöalaa koskevat selvityksensä, Lehdistötiedote 2 / 16.1.2012. [Verkkojulkaisu]. Kilpailu- ja kuluttajavirasto [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://www.kkv.fi/ajankohtaista/Tiedotteet/kilpailuvirasto/2012/kilpailuvirasto-lopetti-talla-erää-kaukolampoalaa-koskevat-selvityksensa/>

Klara. Färdiga. Gå! 2015. Programmet Klara. Färdiga. Gå! - Utmaningen. [Verkkosivu]. Saatavissa: <http://www.fjarrvarmeframtid.se/>

Klobut, K., Knuuti, A., Vares, S., Heikkinen, J., Rämä, M., Laitinen, A., Ahvenniemi, H., Hoang, H., Shemeikka, J. & Sipilä, K. 2014. Tulevaisuuden kaukolämpöasuinalueen energiaratkaisut. [Verkkojulkaisu]. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/Documents/T187.pdf>. ISBN 2242-122X.

Köfinger, M. Basciotti, D. Schmidt, R.R. Meissner, E. Doczekal, C. & Giovannini, A. 2016. Low temperature district heating in Austria: Energetic, ecologic & economic comparison of four case studies. Energy. ISSN 0360-5442. DOI: <http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/j.energy.2015.12.103>.

Kuntalaki., 2015. 410/2015. Valtiovarainministeriö. [Viitattu: 15.1.2016]

Laajalehto, T., Kuosa, M., Mäkilä, T., Lampinen, M. & Lahdelma, R. 2014. Energy efficiency improvements utilising mass flow control & a ring topology in a district heating network. Applied Thermal Engineering. Vol. 69:8. S. 86-95. ISSN 1359-4311. DOI: <http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/j.applthermaleng.2014.04.041>.

Lahdelma, R., Hokkanen, J., & Salminen, P., 1998. SMAA - Stochastic multiobjective acceptability analysis. European Journal of Operational Research. Vol. 106:1. S. 137-143. ISSN: 0377-2217. DOI: [http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/S0377-2217\(97\)00163-X](http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/S0377-2217(97)00163-X).

Larsson, O. 2011a. Pricing models in district heating. [Verkkodokumentti]. Diplomityö. Göteborg: Chalmers University of Technology [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/149216.pdf>. ISBN 9897232.

Larsson, O. 2011b. Pris och produktion - Underlagsrapport. [Verkkojulkaisu]. Fjärrvärmens affärsmodeller. [Viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/pris>.

Mäkelä, V., et al. 2011. Kaukolämmityksen asiakasrajapinnan teknis-taloudelliset reunaehdot, [Verkkodokumentti]. Tutkimuksen loppuraportti. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kl-asiakasrajapinnan_teknistaloudelliset_rajaehdot.pdf

Naturskyddsföreningen. 2016. Värme och fjärrkyla märkt med Bra Miljöval. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.4.2016]. Saatavissa: <http://www.naturskyddsföreningen.se/bra-miljoval/fjarrvarme-och-fjarrkyla>.

Nuorkivi, A. & Kalkum, B. 2009. Kaukolämmön hinnoittelumallit. [Verkkojulkaisu]. Energy-AN Consulting. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammon_hinnoittelumallit_2009.pdf

Päivänen, J., Kemppainen, V., & Kangas, A. 2014. Asiakkaiden huomioon ottaminen kaukolämmön hinnoittelussa. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: WSP Finl& Oy. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/raportti_kaukoasiakas_20140916.pdf

Phetteplace, G., Bahnfleth, D., Meyer, V., Mildenstein, P., Oliker, I., Overgaard, J., Overbye, P., Rafferty, K., Tredinnick, S. & Wade, D., 2013. District Heating Guide. U.S. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ISBN 978-1-936504-43-5.

Pöyry Finland Oy. 2010. Kaukolämpöjärjestelmän paluuveden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Energiateollisuus ry. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/paluuvesilammitys_loppuraportti_20100224.pdf

Pöyry Oy. 2011. Kaukolämmön asema Suomen energiajärjestelmässä tulevaisuudessa. [Verkkojulkaisu]. Pöyry Management Consulting Oy. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammon_asema_suomen_energiajarjestelmassa_tulevaisuudessa_poyrypdf.pdf

Prisdialogen. 2015. Prisdialogen - Så fungerar det. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.3.2016]. Saatavissa: <http://www.prisdialogen.se/sa-fungerar-det/>.

Rämä, M. 2015. Poistoilmalämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä. [Verkkojulkaisu]. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. [Viitattu 15.1.2016]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/poistoilmal%C3%A4mp%C3%B6pumpuilla-kerrosta-lon-kaukol%C3%A4mp%C3%B6kulutus-puoliksi>

Rantakokko, J. 2010. Kansainvälinen energiaverovertailu - Selvitys sähkön, polttoaineiden, kaukolämmön ja liikenteen veroista Suomessa ja eräissä muissa maissa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/rantakokko_energiaverovertailu_korjausversio_2011_01_14.pdf

Rasmussen, P. 2011. Calculation of SCOP for heat pumps according to EN 14852. [Verkkojulkaisu]. Danish Technological Institute. [Viitattu 25.4.2016].

Rinne, S. & Syri, S., 2013. Lämpöpumput ja Kaukolämpö energijärjestelmässä. [Verkkojulkaisu]. Suomen ilmastopaneeli, Raportti 3/2013 [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/L%C3%A4mp%C3%B6pumput%20ja%20kaukol%C3%A4mp%C3%B6%20energiaj%C3%A4rjestelm%C3%A4ss%C3%A4_29-1-2013.pdf

Rydén B. et al. 2010. Towards a Sustainable Nordic Energy System. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Mölndal: PR-Offset [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://library.arcticportal.org/1538/1/huvudrapport.pdf>. ISBN 978-91-978585-8-8.

Rydén, B., Sandoff, A., Sköldbberg, H., Stridsman, D., Haraldsson, M., Larsson, O., Williamsson, J., Holmberg, U., Hansson, N. & Wågernan, V. 2011. Fjärrvärmens Affärsmodeller - Halvtidsrapport för Fjärrsyn-projektet. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Mölndal: PR-Offset. [Viitattu 10.3.2016]. Saatavissa: <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/halvtidsrapport.pdf>

Rydén, B., Sandoff, A., Sköldbberg, H., Williamsson, J., Stridsman, D., Hansson, N., Göransson, A., Holmberg, U., Sahlin, T. & Gunnarsson, A. 2013. Fjärrvärmens Affärsmodeller, Slutrapport för Fjärrsynprojektet. [Verkkojulkaisu]. Fjärrsyn. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/slutrapport.pdf>. ISBN 978-91-7381-105-7

Sarvaranta, A., Jääskeläinen, J., Puolakka, J. & Kouri, P. 2012. Kaukolämmön hinnoittelun nykytila ja tulevaisuuden mahdollisuudet, Loppuraportti. [Verkkojulkaisu]. Espoo: ÅF-Consulting Oy. [Viitattu 2.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammonhinnoittelunnykytilajatuulevaisuudenmahdollisuudet.pdf>

Schwartz, B. 2004. The paradox of choice: Why more is less. Yhdysvallat, New York: HarperCollins Publishers Inc. ISBN 0-06-000568-8.

Sjöman, M. 2014. Kaukolämmön hinnoittelumallien optimointi ja kehittäminen muuttuvassa toimintaympäristössä. [Verkkodokumentti]. Diplomityö ed. Lappeenranta teknillinen yliopisto. [Viitattu: 2.3.2016]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014050525388>

Sköldbberg, H. & Rydén, B., 2014. Värmemarknaden i Sverige. [Verkkojulkaisu]. Värmemarknad Sverige [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://www.varmemarknad.se/pdf/Varmemarknad_Sverige_sammanfattning.pdf

St1 Deep Heat Oy. 2014. St1 ja Fortum aloittavat geotermisen lämmöntuotannon pilottihankkeen Espoossa. [Lehdistötiedote]. Helsinki: St1, [Viitattu: 28.2.2014]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/media/pages/fortum-ja-st1-aloittavat-geotermisen-lammontuotannon-pilottihankkeen-espoossa.aspx>

Stridsman, D., Rydén, B. & Göransson, A. 2012. Lilla prismodellboken - om införande av ny prismodell för fjärrvärme. [Verkkojulkaisu]. Ruotsi, Mölndal: Fjärrvärmens Affärsmodell [Viitattu 8.3.2016]. Saatavissa: <http://www.fjarrvarmensaffarsmodeller.se/pdf/LP.pdf>

Svensk Fjärrvärme. 2013. Reko fjärrvärme - Svensk fjärrvärmes system för kvalitetsmarkning av fjärrvärmeleverantörer. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/Marknad/Reko/Reglerna%20i%20Reko%20fj%C3%A4rrv%C3%A4rme.pdf>

Svensk Fjärrvärme. 2014. Statistik fjärrvärme: Fjärrvärmeleveranser 1955-2010. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarme/Leveranser/>

Svensk Fjärrvärme. 2015a. Statistik fjärrvärme: Tillförd energi 1980-2014. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarme/Energitillforsel/Tillford-energi-utveckling-1980-2012/>

Svensk Fjärrvärme. 2015b. Värmerapporten 2015. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://www.svenskfjarrvarme.se/Global/Rapporter%20och%20dokument%20INTE%20Fj%C3%A4rrsyn/Ovriga_rapporter/V%C3%A4rmerapporten/V%C3%A4rmerapporten%202015_web_NY.pdf

Svensk Fjärrvärme. 2016. Våra medlemmar. [Verkkosivu]. Ruotsi, Tukholma. [Viitattu: 2.3.2016]. Saatavissa: <http://www.svenskfjarrvarme.se/Om-oss/Vara-medlemmar/>

Tervonen, T. & Lahdelma, R. 2007. Implementing stochastic multicriteria acceptability analysis. European Journal of Operational Research. Vol. 178:2. S. 500-513 ISSN 0377-2217. DOI: <http://dx.doi.org.libproxy.aalto.fi/10.1016/j.ejor.2005.12.037>

Tiitinen, M. 2011. Uuden hintatilastointimenetelmän periaatteet ja tyyppitalomäärittelyt. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammonhinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla>

Tilastokeskus. 2015a. Suomen virallinen tilasto (SVT): Asumisen energiankulutus. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu 2.3.2016]. ISBN 2323-3273.

Tilastokeskus. 2015b. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus, 4. vuosineljännes 2014. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 2.3.2016]. ISBN 1799-795X.

Tilastokeskus. 2015c. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus, Rakennuskanta 2014 [Viitattu 3.3.2016]. ISBN 1798-677X.

Tilastokeskus. 2016. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 3.3.2016]. ISBN 1796-3257.

Turku Energia. 2016. Turku Energia selvittää Skanssin alueen kaksisuuntaisen kaukolämpöverkon kaupallisia edellytyksiä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu: 2.3.2016]. Saatavissa: <http://www.turkuenergia.fi/tietoa-meista/medialle/mediatiedotteet/2016/turku-energia-selvittaa-skanssin-alueen-kaksisuuntaisen-kaukolampoverkon-kaupallisia-edellytyksia/>

VALOR Partners Oy. 2015. Kaukolämmön kysyntäjousto. [Verkkajulkaisu]. Energiateollisuus ry. [Viitattu 3.3.2016]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolammon_kysyntajousto_loppuraportti_valor.pdf

Vapo Oy. 2016. Forssan voimalaitos 2015. Konsernin sisäinen raportointijärjestelmä. [Viitattu: 19.3.2016].

Verohallinto. 2016. Kotitalousvähennys - Diaarinumero: A214/200/2015. [Verkkosivu]. [Viitattu: 25.3.2016]. Saatavissa: [https://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Henkioloasiakkaan_tuloverotus/Kotitalousvahennys\(39160\)](https://www.vero.fi/fi-FI/Syventavat_veroohjeet/Henkioloasiakkaan_tuloverotus/Kotitalousvahennys(39160))

Wang, H., Lahdelma, R., Wang, X., Jiao, W., Zhu, C. & Zou, P. 2015. Analysis of the location for peak heating in CHP based combined district heating systems. Applied Thermal Engineering. Vol. 87:8/5 S. 402-411. ISSN 1359-4311. DOI: <http://dx.doi.org.lib-proxy.aalto.fi/10.1016/j.applthermaleng.2015.05.017>

Wang, J., Jing, Y., Zhang, C. & Zhao, J. 2009. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 13:9, S. 2263-2278. ISSN 1364-0321. DOI: <http://dx.doi.org.lib-proxy.aalto.fi/10.1016/j.rser.2009.06.021>

Wiitaseudun Energia Oy. 2016. Kaukolämpöön liittyminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.3.2016]. Saatavissa: <http://www.wse.fi/asiakkaaksi/kaukolampoon-liittyminen>

Wirén, C. 2005. Enkla, tydliga och informativa prismodeller för fjärrvärme till småhus. [Verkkajulkaisu]. Ruotsi, Tukholma: Svensk Fjärrvärme AB. ISBN 1401-9264.